

ISAAC ASIMOV

L'orologio su cui viviamo

**COLLANA
APERTA**
PER I GIOVANI
D'OGGI

Arnoldo
Mondadori
Editore

la misura del tempo
nelle diverse epoche
e civiltà



collana aperta
per i giovani d'oggi

Isaac Asimov

L'OROLOGIO SU CUI VIVIAMO

Arnoldo
Mondadori
Editore

Traduzione di Giacometta Cantaore

© 1959 by Isaac Asimov
© 1973 Arnoldo Mondadori Editore, Milano
Titolo dell'opera originale: *The clock we live on*
Prima edizione settembre 1973

SOMMARIO

INTRODUZIONE	8
GUARDANDO IL SOLE	11
Quale si muove?	11
Affidiamoci al Sole...	13
... ma non troppo	18
Progressi rispetto al Sole	21
La svolta decisiva	24
Parifichiamo le ore	27
Dividiamo le ore	28
COORDINATE TERRESTRI	
E COORDINATE CELESTI	31
Cominciando dal mezzo	31
Le divisioni del cielo	33
Le divisioni della Terra	37
IL VIAGGIO DEL TEMPO	
INTORNO ALLA TERRA	41
Ora locale	41
Ora internazionale o di fuso	44
Quando i fusi orari	
non seguono i meridiani	46
Ora legale	48
Linea del cambiamento di data	51
L'incostante Terra	53
L'INCOSTANTE LUNA	56
Un corpo celeste che muta forma	56
La Luna e le stelle	59

La Luna e il Sole	61
Il nostro mese	64
I giorni della settimana	67
IL SOLE NEL SUO VIAGGIO	
DA OVEST A EST	71
Il ciclo dei climi stagionali	71
I mesi dell'anno	73
L'irraggiungibile Sole	75
Cartografia stellare	79
Lo zodiaco	82
IL SOLE	
NEI SUOI SPOSTAMENTI	
A NORD E A SUD	85
Le linee che incrociano	
i meridiani: i paralleli	85
L'inclinazione dell'asse terrestre	88
Visto dalla Terra	91
L'alternarsi delle stagioni	95
Coordinate celesti	97
METTIAMO D'ACCORDO	
IL SOLE CON LA LUNA	105
La nascita del Sole	105
Difficoltà con la Luna	108

La Luna è costretta ad allinearsi	110
La Luna resiste	112
L'importanza della settimana	115
 I GIORNI EXTRA	 117
La riforma di Giulio Cesare	117
Trenta dí conta novembre...	120
La riforma di papa Gregorio	122
Il calendario giuliano	
resiste ancora	125
I rivoluzionari francesi	
ci mettono le mani	128
 CONTIAMO GLI ANNI	 132
Identificazione dell'anno	132
Le varie ere	133
Dalla fondazione dell'Urbe	136
Dall'inizio del mondo	137
L'era che vinse	139
Ulteriori variazioni	141
 OLTRE IL LIMITE DELL'ANNO	 145
Secoli e millenni	145
Il ciclo delle eclissi	147
La precessione degli equinozi	149
Ancora qualche parola sul giorno	152

Introduzione

Una delle prime cose che i bambini imparano quando cominciano ad andare a scuola è dire che ora è. Ciò significa in realtà che devono imparare a leggere l'*orologio*.

Leggere l'orologio è molto importante anche per un bambino: per sapere quanto tempo manca all'ora di colazione o fra quanto inizierà il suo programma favorito alla televisione.

Piú avanziamo in età, piú la nostra vita sembra regolata dall'orologio. Tutto è stabilito da orari precisi: il lavoro, la distribuzione della posta, la chiusura dei negozi, gli spettacoli cinematografici...

Un altro mezzo per misurare il trascorrere del tempo è il *calendario*. Consultandolo, possiamo sapere quando iniziano le vacanze e in quali giorni è festa, quando scade il pagamento di una fattura, se è tempo di comperare un certo regalo di compleanno o di prepararci per il Natale.

Diamo talmente per scontati l'orologio e il calendario, che pochi di noi si chiedono come e quando il genere umano abbia cominciato a distinguere le ore del giorno. Eppure sono occorse migliaia di anni perché si arrivasse a sciogliere l'enigma inventando un sistema che, tutto sommato, non è ancora perfetto.

Questo libro è dedicato alle fatiche e ai successi grazie ai quali gli uomini sono arrivati a misurare il tempo.

GUARDANDO IL SOLE

Quale si muove?

Noi viviamo sulla superficie di una enorme palla di materia chiamata Terra, che ruota su se stessa in continuazione. Questo movimento rotatorio è chiamato appunto *rotazione*.

Proviamo a immaginare di trovarci fuori, nello spazio, intenti a fissare un determinato punto della superficie della Terra che gira. Quando il punto passa davanti ai nostri occhi, diamo uno sguardo all'orologio e restiamo in attesa.

Il punto si allontanerà, trascinato dal moto di rotazione, raggiungerà l'estremo limite della Terra, passerà sul retro di essa dove non sarà più possibile vederlo. Invisibile, continuerà il suo tragitto dall'altra parte e finalmente lo vedremo ricomparire sull'estremo opposto a quello da cui è scomparso. Si avvicinerà di nuovo a noi. Quando passerà per la seconda volta davanti ai

nostri occhi, guardiamo di nuovo l'orologio: ci accorgeremo che il punto ha percorso il tragitto intorno alla Terra in circa 24 ore. Ripetendo l'esperimento all'infinito avremo ogni volta lo stesso risultato.

In altre parole, il *periodo di rotazione* della Terra dura circa 24 ore (più precisamente 23 ore e 56 minuti).

Naturalmente solo da poche centinaia di anni a questa parte il genere umano — fatta eccezione per qualche rara mente anticipatrice — ha acquisito la nozione che la Terra gira su se stessa. Infatti, vivendo sulla superficie terrestre, noi non abbiamo la minima sensazione del movimento. Tutto ci sembra assolutamente immobile.

È invece il cielo con i *corpi* in esso contenuti (il Sole, la Luna, i pianeti e le stelle) a dare l'impressione di spostarsi. Una stella che in un certo momento vediamo esattamente al di sopra del nostro capo, si sposta lentamente e a velocità costante verso ovest, raggiunge l'orizzonte e scompare. Dopo un certo periodo di tempo riappare sull'estremo limite orientale dell'orizzonte e ricomincia a salire fino a trovarsi di nuovo esattamente al di sopra di noi. Quando vi sarà arrivata saranno passate 24 ore.

Questa rotazione da est verso ovest del cielo e dei corpi celesti in esso contenuti è un'illusione; in effetti è il pianeta su cui ci troviamo a girare in senso contrario, cioè da ovest verso est. Si tratta dello stesso tipo di illusione che proviamo stando seduti in un treno fermo accanto a un altro treno, quando il nostro comincia a spostarsi lentamente in avanti: il più delle volte ci sembra di essere fermi e che sia l'altro treno invece a muoversi.

Le vibrazioni e i dondolii che avvertiamo sul treno su cui ci troviamo mentre acquista velocità dovrebbero bastare a convincerci dell'errore, oppure sarebbe sufficiente anche guardare fuori del finestrino per accorger-

si che, siccome anche la stazione e gli alberi sembrano spostarsi, dobbiamo essere in realtà noi che ci stiamo spostando.

Il moto rotatorio della Terra è talmente dolce e privo di scosse che non possiamo avvertirlo. Né abbiamo « stazioni » a cui fare riferimento per avere la prova che siamo noi a muoverci e non il cielo. O meglio, non c'erano « stazioni » che l'uomo primitivo potesse vedere a occhio nudo.

E così per molte migliaia di anni, anche dopo che l'uomo ebbe conquistato un considerevole grado di civiltà e non fu più un essere primitivo, veniva dato per scontato che fosse il cielo a muoversi e non la Terra.

Se da una parte questo errore compromise per secoli il progredire della scienza astronomica, per quanto riguarda la misurazione del tempo, l'errata nozione del vero rapporto di movimento tra la Terra e l'universo non influì minimamente.

Fu proprio il moto apparente dei corpi celesti, risultante da un moto effettivo della Terra, a dare al genere umano la prima nozione del trascorrere del tempo. Per questa ragione possiamo immaginare di vivere sul quadrante di un gigantesco orologio: il primo orologio che gli uomini abbiano mai avuto a disposizione.

Affidiamoci al Sole...

Nel cielo vi sono migliaia di corpi celesti che partecipano al moto circolare da un estremo all'altro dell'orizzonte e ritorno. Il Sole è di gran lunga il più importante. Nessun uomo, per quanto primitivo, può fare a meno di notare il Sole.

Quando il Sole è alto sull'orizzonte, il mondo è inondato di luce e di calore. L'uomo può andare in cerca di

cibo osservando ciò che lo circonda per proteggersi da eventuali pericoli. Insomma, può sbrigare le faccende quotidiane grazie alle quali è in grado di procacciarsi il sostentamento.

Quando il Sole è al di sotto della linea dell'orizzonte, viene la notte e con essa il freddo. Gli animali da preda rendono la vita insicura. Anche dopo che la scoperta del fuoco ebbe notevolmente diminuiti i pericoli dell'oscurità, durante le ore buie rimaneva ben poco da fare oltre a trovarsi un posto riparato dove dormire.

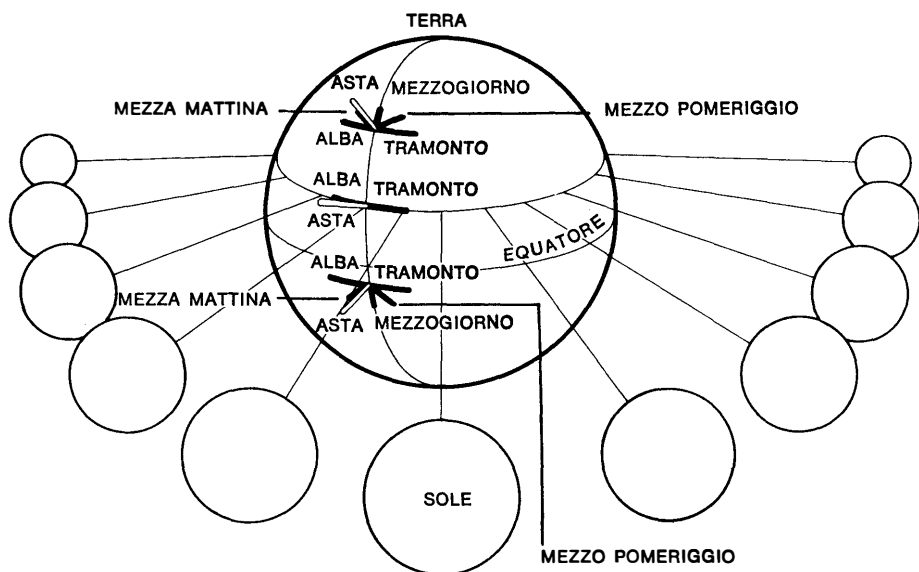
L'alternanza del *di* e della *notte* fu certamente notata fin dalle epoche più remote e offre in se stessa un mezzo per misurare il tempo. Un viaggio può durare un determinato numero di giorni e di notti. Un avvenimento può aver avuto luogo un certo numero di giorni prima o dovrà aver luogo un determinato numero di giorni dopo.

Il periodo di tempo che trascorre fra l'alba e il tramonto o fra il tramonto e l'alba è comunque lungo. Dire a un amico: « Aspettami domani all'angolo fra la tale strada e il tale viale » è piuttosto vago. L'amico ha tutto il diritto di ribattere: « Domani, d'accordo, ma a che ora? »

Il primo sistema per dividere il giorno in sezioni più brevi deve essere stato determinato dalla posizione del Sole nel cielo. Il Sole era alto o basso? Stava sorgendo o tramontando? Ancora oggi per indicare le varie parti del giorno usiamo termini generici che derivano appunto da questo modo di guardare le cose. Diciamo *alba*, *mattina*, *mezzogiorno* o *sera*. Un duello viene combattuto all'*alba* e due innamorati si incontrano al *tramonto*.

Ma, dovendoci basare sulla posizione del Sole per dividere il giorno, perché non farlo con metodo e precisione? Il Sole ci fornisce l'ombra. Quando il Sole è alto nel cielo, l'ombra è corta, quando è basso, l'ombra è

OMBRA E ORA DEL GIORNO



Il 21 giugno il Sole passa a perpendicolo sul tropico del Cancro: a mezzogiorno un bastone infisso sul tropico non proietta ombra. Un bastone infisso a nord del tropico proietta ombra verso nord; uno infisso a sud proietta l'ombra a sud.

lunga. Inoltre, durante la prima metà del giorno, quando il Sole si trova a est, l'ombra punta verso ovest. Nella seconda metà del giorno, quando il Sole si trova a ovest, l'ombra punta verso est. L'idea di usare un'ombra mobile per stabilire il trascorrere del tempo ebbe origine in Egitto o a Babilonia. Con ogni probabilità in tutti e due i paesi indipendentemente. Qualsiasi strumento che misuri il tempo per mezzo di ombre mobili si chiama *meridiana*. Il termine deriva dal latino *meridianus* che significa appunto « del mezzogiorno ».

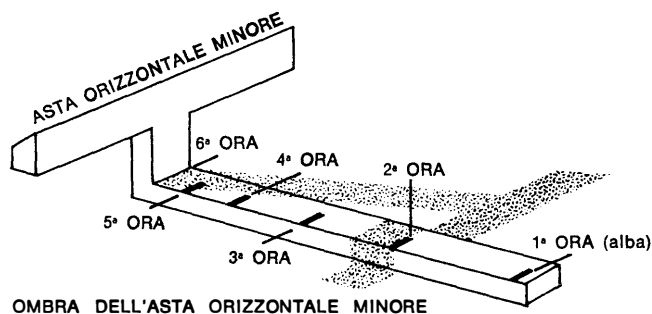
La meridiana piú semplice non è altro che un'asta di legno piantata verticalmente nel terreno. Supponiamo di seguire l'ombra dell'asta dall'alba al tramonto, tracciando segni corrispondenti alla lunghezza dell'ombra. Unendo le estremità di questi segni otterremo una linea curva che corre sul terreno da una parte dell'asta. Se a metà della giornata il Sole fosse direttamente a perpendicolo, l'ombra dell'asta a mezzogiorno sparirebbe poiché si proietterebbe esattamente lungo l'asta stessa.

Vi sono punti della Terra dove a mezzogiorno il Sole è direttamente a perpendicolo. Questo non è tuttavia il caso né dell'Egitto settentrionale né di Babilonia, vale a dire della patria delle prime meridiane. In questi paesi il Sole a mezzogiorno si trova sempre lievemente a sud e di conseguenza l'ombra che proietta cade sempre verso nord. L'ombra a mezzogiorno è piú corta che in qualsiasi altro momento della giornata, ma non scompare.

Ecco che allora in questi paesi, invece di usare per meridiana una normale asta, si può ricorrere ad un insieme di aste, costituito da un'asticciola piú corta verticale collegata con il suo estremo inferiore alla parte terminale di un'asta orizzontale maggiore e con il suo estremo superiore a una seconda asta orizzontale minore posta trasversalmente in guisa di croce rispetto all'asta orizzontale inferiore. Con questo sistema, anche se il percorso dell'ombra si sposta, parte dell'ombra prodotta dall'asticciola superiore orizzontale cadrà comunque sull'asta inferiore orizzontale.

Uno strumento del genere in uso presso i greci venne da questi chiamato *gnomon*. In greco *gnomon* significa « colui che sa », dato che chi usava un simile strumento poteva sempre sapere che ora fosse osservando gli spostamenti dell'ombra. Le meridiane vennero introdotte per la prima volta in Grecia verso il 575 a.C.

LO GNOMONE EGIZIANO E LE ORE CHE VARIANO



(probabilmente dai babilonesi), ma gli egiziani le conoscevano e usavano già da almeno un migliaio di anni.

Comunque, la linea derivata dal percorso di un'ombra, sia essa curva o dritta, può venire divisa in sezioni e le sezioni numerate. A queste sezioni è stato dato il nome di *ore* da una parola greca che significa « tempo del giorno ».

Questa divisione risale ai babilonesi, che avevano una particolare simpatia per il numero 12. Il numero 12 può essere infatti diviso facilmente per 2, 3, 4 e 6 ed è quindi un numero molto comodo da usare, specie per quei tempi in cui la tecnica matematica del calcolo frazionario non era ancora perfezionata.

Oggigiorno tende invece a prevalere il sistema decimale, anche se in molti casi sussiste ancora l'antica abitudine di contare per 12 — come avviene per esempio nei paesi anglosassoni — dove un *pie*de è diviso in 12 *pollici*, una *libbra* in 12 *on*ce, uno *scellino* in 12 *pence*, una *grossa* in 12 *dozzine* e una *dozzina* in 12 unità.

Appena entrarono in uso le meridiane, le ore vennero numerate a partire dal sorgere del Sole. Il *mezzo*-

giorno cadeva alla fine della sesta ora e il tramonto alla fine della dodicesima. L'espressione, frequentemente usata anche nella Bibbia, di « undicesima ora » non sta a indicare l'ora che precede la mezzanotte, ma indica il momento del giorno in cui rimane una sola ora di luce solare.

La nona ora, quindi, dai latini chiamata brevemente *nona*, era al centro della seconda metà del giorno e finiva esattamente a mezza strada fra il mezzogiorno e il tramonto. Oggi, facendo riferimento al mezzogiorno, chiamiamo *mattina* la prima metà del giorno e *pomeriggio* la seconda metà.

La chiesa cattolica ha conservato la tradizione latina nell'indicare le ore per la recitazione di determinate preghiere. Le cosiddette *ore canoniche* includono la *prima*, che corrisponde alle sei del mattino, la *tertia* che corrisponde alle nove del mattino, la *sexta* che corrisponde alle dodici e la *nona* che corrisponde alle tre del pomeriggio.

...ma non troppo

Le meridiane presentano alcune difficoltà. Se, per esempio, si fa cadere l'ombra su una superficie piatta, essa si sposta rapidamente durante le ore del mattino, ma perde velocità a mano a mano che si avvicina il mezzogiorno. Dopo il mezzogiorno comincia a riacquistare velocità e, avvicinandosi il tramonto, si sposta di nuovo piuttosto rapidamente.

Di conseguenza, se il percorso dell'ombra viene diviso in parti uguali, le ore del mattino e della sera risultano brevi e quelle del pomeriggio lunghe. Per evitare un simile inconveniente, gli antichi egiziani divisero la linea in segmenti disuguali: piuttosto lunghi ai

due estremi e brevi nel centro. Con questo sistema ottennero ore di uguale durata.

Si può anche non far cadere l'ombra su una superficie piatta. Nel sec. III a.C., i babilonesi inventarono un tipo di meridiana in cui lo *gnomone* (la parte della meridiana che proietta l'ombra) era sistemato dentro una specie di coppa disegnata in modo che l'ombra seguisse un percorso preciso intorno al bordo della coppa stessa, muovendosi a una velocità costante. Per ottenere ore di uguale durata bastava dividere il bordo della coppa in segmenti di uguale lunghezza.

Attraverso i millenni, sono stati disegnati molti tipi di meridiane con caratteristiche diverse e la meridiana è tuttora il più antico strumento scientifico usato nelle sue forme originali. Alcune meridiane sono talmente belle, anche da un punto di vista estetico, che costituiscono ancora oggi un motivo ornamentale gradevolissimo per parchi e giardini. Il tipo più comune è forse quello in cui lo gnomone piega leggermente verso nord. La meridiana ha la forma di un circolo piatto intorno al cui bordo cade l'ombra. I romani inventarono un modello piccolissimo di meridiana che poteva essere portato sulla persona come un moderno orologio e, nel 290 a.C., costruirono una meridiana pubblica, di modo che ogni cittadino, volendo, potesse sapere sempre l'ora esatta.

Il percorso seguito dall'ombra varia a seconda dei giorni dell'anno. Durante l'estate e l'autunno tende a scivolare lentamente verso nord, mentre durante l'inverno e la primavera torna di nuovo verso sud. Comunque, questa caratteristica non costituisce un problema molto grave perché la linea dell'ombra non supera mai certi limiti. Se la meridiana è disegnata correttamente e lo gnomone proporzionato, parte dell'ombra cade sempre sulla linea stabilita, in modo da poter segnare l'ora.

Disgraziatamente però quando l'ombra scivola verso

nord il Sole compie piú rapidamente il suo viaggio da un estremo all'altro dell'orizzonte. A New York, per esempio, quando l'ombra ha raggiunto il massimo spostamento a nord, la durata del giorno è di $3/5$ rispetto al periodo in cui l'ombra ha raggiunto il suo massimo spostamento a sud.

Comunque, il Sole compie quotidianamente il suo viaggio da un estremo all'altro dell'orizzonte e l'ombra il suo percorso da un capo all'altro della meridiana. Quando il giorno è piú corto, l'ombra deve spostarsi con maggiore rapidità per compiere il suo percorso, cosí che le ore segnate dalle meridiane volano via nei giorni brevi e passano lentamente in quelli lunghi.

Quando le meridiane erano gli unici strumenti per misurare il tempo, questo inconveniente non dava adito a problemi. Le ore erano lunghe o corte a seconda delle stagioni, proprio come la durata del dí e nessuno se ne preoccupava.

C'era invece un altro inconveniente: la meridiana funzionava solo quando il Sole era visibile. Le nuvole la mettevano fuori uso e, a maggior ragione, la notte. Ma quest'ultimo fatto non aveva molta importanza, dato che di notte l'uomo si ritirava a dormire.

Ma sulle navi o negli eserciti in guerra qualcuno doveva pur rimanere sveglio e montare la guardia per prevenire attacchi e insidie di sorpresa. Le ore della notte diventavano in questi casi molto importanti perché la sorveglianza era affidata a gruppi di uomini che si davano il cambio, in modo che le sentinelle fossero sempre sveglie e bene all'erta.

Con ogni probabilità all'inizio ci si basò sugli spostamenti di alcune stelle particolarmente evidenti per dividere la notte in dodici ore a imitazione del giorno. Gli ebrei dividevano la notte in tre turni di quattro ore ciascuno, i greci e i romani in quattro turni di tre ore.

Parlando di avvenimenti accaduti nel corso di una notte, soldati e marinai si riferivano a questo o a quel turno di guardia.

Progressi rispetto al Sole

Ma come sapere l'ora negli ambienti chiusi, dove non era possibile basarsi né sulle stelle né sul Sole? Occorrevano strumenti capaci di un movimento regolare o, almeno, il più regolare possibile rispetto a quello dei corpi celesti.

Una delle più antiche soluzioni a questo problema fu l'uso della candela. Una grossa candela ardeva consumandosi verso il basso a una velocità relativamente costante. Se si faceva bruciare una tale candela osservando contemporaneamente una meridiana, alla fine di ogni ora si poteva incidere su una candela identica e intatta un segno corrispondente all'altezza del troncone rimasto della candela accesa. Segni identici potevano essere incisi su altre candele identiche, per indicare fino a che punto si sarebbero consumate dopo un'ora, dopo due ore, e così via. Anche le lampade a olio potevano essere usate per un identico scopo. L'olio che fa ardere una lampada si consuma gradualmente. Tenendo l'olio in un cilindro trasparente, basta tracciare sul cilindro dei segni corrispondenti al passaggio delle ore.

Simili mezzi potevano essere usati negli ambienti chiusi e sostituire le meridiane durante i giorni nuvolosi. Potevano essere accesi in qualsiasi momento e spenti quando non servivano più. Furono dunque più che dei semplici sostituti delle meridiane e rappresentarono un progresso in tutti i sensi.

Verso il 250 a.C. fu inventato uno strumento ancora più pratico e che ci è tutt'oggi familiare: l'*orologio a*

sabbia o *clessidra*. La sabbia passa lentamente dalla metà superiore a quella inferiore attraverso un foro sottile. Mettendo in uno dei due contenitori di vetro una esatta quantità di sabbia pulita e asciutta, si può ottenere che il passaggio da una metà all'altra avvenga, per esempio in un'ora. Capovolgendo la clessidra, il passaggio della sabbia ricomincerà e durerà un'altra ora.

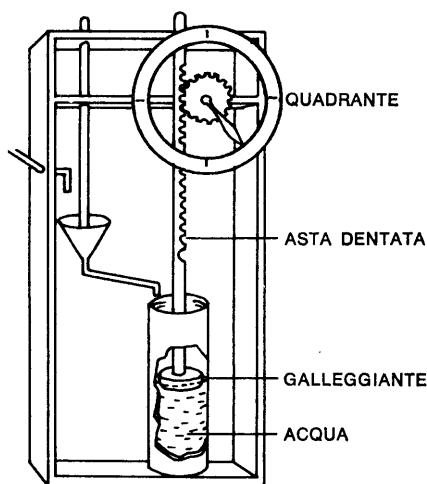
L'uso di orologi a sabbia della durata di mezz'ora a bordo degli antichi vascelli deve essere all'origine del tradizionale sistema di segnalare il tempo sulle navi. Cominciando dalla mezzanotte, il passaggio di ogni mezz'ora (quando bisognava rovesciare la clessidra) veniva indicato da una campana.

Mezz'ora dopo la mezzanotte corrispondeva a « un rintocco », un'ora a « due rintocchi » e così via. Finalmente allo scoccare delle quattro – corrispondenti a otto rintocchi – terminava un turno di guardia e la serie progressiva dei rintocchi da uno a otto ricominciava. Quattro ore e mezzo dopo la mezzanotte la campana suonava di nuovo una sola volta.

In questo modo, nel corso di un giorno e di una notte vengono suonate sei serie di rintocchi da uno a otto ciascuna. Può sembrare un sistema un po' confuso per indicare il tempo, ma a un marinaio basta guardare il Sole o le stelle per sapere quale turno di guardia stia suonando. La sua unica preoccupazione è quanto tempo del suo turno sia trascorso, e questo glielo dirà la campana.

Uno strumento simile all'orologio a sabbia è l'*orologio ad acqua*, anch'esso indicato con il nome generico di *clessidra*. Questo tipo di orologio fu introdotto nel mondo greco romano verso il 150 a.C., probabilmente dall'Egitto dove era in uso fino dal 1500 a.C. Si faceva entrare l'acqua in una specie di imbuto dal quale passava in un contenitore. La punta dell'imbuto, strettissi-

CLESSIDRA (OROLOGIO AD ACQUA)



ma, garantiva il flusso costante dell'acqua in modo da riempire il contenitore gradualmente. Segni marcati sul contenitore (simili a quelli fatti sulle candele) indicavano il passaggio delle ore, grazie al livello crescente dell'acqua.

Nelle clessidre più elaborate, un galleggiante posto all'interno del contenitore veniva sollevato dal livello crescente dell'acqua. Al galleggiante era attaccata un'asta dentata che, salendo, imprimeva un movimento circolare a un ingranaggio formato da una ruota pure dentata. Alla ruota dentata era attaccato un indicatore. A mano a mano che il livello dell'acqua saliva, l'indicatore girava. Sotto l'indicatore era sistemato un quadrante diviso in sezioni numerate da uno a dodici. Ecco finalmen-

te qualcosa che somigliava ai nostri orologi moderni. Nel sec. IX d.C., il califfo arabo Harun-al-Rascid, celebrato nelle *Mille e una notte*, inviò a Carlo Magno un *orologio meccanico*, ma il meccanismo era troppo complicato perché gli europei di quei tempi potessero riprodurlo. Solo verso il sec. XIV d.C. si cominciarono a costruire degli orologi meccanici nel Nord dell'Italia e nella Germania meridionale. Gli ingranaggi che regolavano il movimento dell'indicatore erano mossi non dal livello crescente dell'acqua, ma dalla lenta e regolare discesa di pesi. Si evitavano così i possibili versamenti d'acqua e il pericolo di rimanere senza liquido. Questi orologi, date le notevoli dimensioni, erano posti sulle torri delle cattedrali e tutti potevano vederli. Nel 1472 l'astronomo tedesco Regiomontanus (il vero nome è Johannes Müller) usava orologi di questo tipo anche nel suo osservatorio privato.

Verso il 1550 fu fatto un notevole passo avanti: i pesi che azionavano gli ingranaggi vennero sostituiti da molle a spirale piana. Fu così possibile costruire meccanismi più piccoli, e gli orologi non furono più confinati sui campanili delle chiese ma fecero il loro ingresso nelle case.

La svolta decisiva

Nessuno di questi meccanismi, azionati dal livello crescente dell'acqua o dalla lenta discesa dei pesi, era molto preciso. Ci si poteva ritenere già soddisfatti quando si riusciva a stabilire il tempo con l'approssimazione di un'ora. I migliori orologi meccanici portavano anticipi o ritardi di almeno cinque minuti al giorno. Questo fino al 1650. Forse a quei tempi l'approssimazione era sufficiente. Non c'erano treni con orari da rispettare al mi-

nuto, né programmi radiotelevisivi che dovevano osservare il secondo.

Per garantire un funzionamento migliore, occorreva un mezzo di estrema precisione, capace di azionare gli ingranaggi più regolarmente e costantemente dell'acqua e dei pesi.

Nel 1583 un ragazzo italiano di diciassette anni, Galileo Galilei, durante la messa, nel duomo di Pisa, aveva osservato che una lampada pendente dal soffitto oscillava, mossa dai giochi di corrente d'aria che si verificavano all'interno del tempio. Cronometrando il tempo sui battiti del suo polso constatò che la durata delle oscillazioni era costante, indipendentemente dall'ampiezza dell'arco descritto, sia nel movimento di andata, sia nel movimento di ritorno.

Un *pendolo* infatti (e cioè un peso attaccato a una fune o a un filo) oscilla descrivendo archi di differente ampiezza, ma il tempo che impiega per un momento da un estremo all'altro dell'arco è sempre lo stesso, indipendentemente dall'ampiezza dell'arco descritto. Il *ritmo dell'oscillazione* dipende dalla lunghezza del pendolo. La lunghezza può essere regolata, per esempio, in modo che il pendolo possa compiere una oscillazione in un secondo. Un pendolo così fatto fu inventato dal matematico Marin Mersenne nel 1644 e misura circa mm 994.

Nel 1657 l'astronomo olandese Christiaan Huygens inventò un orologio in cui il movimento discendente dei pesi azionava le oscillazioni di un pendolo e il movimento regolare del pendolo (a preferenza di quello dei pesi) metteva in moto gli ingranaggi. Orologi siffatti erano infinitamente più precisi di quanti altri li avessero preceduti e sono in uso ancora oggi. Neanche il primo orologio a pendolo diede mai ritardi o anticipi superiori ai 10 secondi al giorno. Nel 1730 questa irregola-

rità fu corretta a 1 secondo, nel 1830 a 1/10 di secondo, nel 1885 a 1/100 di secondo e nel 1925 a 1/5000 di secondo.

Un orologio a pendolo però non poteva essere usato a bordo di una nave, dove i movimenti di rollio e di beccheggio avrebbero inevitabilmente alterato, con conseguenze facilmente immaginabili, le oscillazioni. Ed era invece proprio sulle navi dove c'era un disperato bisogno più che altrove di orologi esatti su cui poter fare valido affidamento.

Fortunatamente anche i meccanismi più piccoli di quelli di un orologio a pendolo possono funzionare con precisione. Una buona molla di acciaio temperato (come quella inventata da Christiaan Huygens nel 1675 e che abbiamo già visto descritta precedentemente a pag. 26) può serrarsi o allentarsi seguendo un ritmo regolare. Una molla di questo tipo, tenuta in movimento da una *molla principale* che si svolge lentamente, è in grado di controllare il meccanismo di un orologio, e grazie a essa è possibile costruire orologi di piccole dimensioni. Piccoli orologi venivano fabbricati già nel 1510, ma non avevano la molla inventata da Huygens ed erano pertanto tutt'altro che precisi.

Un orologio di questo tipo, che non soffre dei beccheggii e dei rollii di una nave ed è abbastanza piccolo da entrare in una tasca, si rivelò subito prezioso per la gente di mare, soprattutto quando doveva montare la guardia di notte.

Non a caso infatti in inglese l'orologio da taschino (e da polso) si chiama tuttora *watch*, dal verbo che significa appunto « fare la guardia ».

Dopo la prima guerra mondiale nacque la moda di fissare l'orologio a un cinturino e di portarlo al polso. Gli orologi da taschino caddero in disuso e quelli a bracciale divennero invece sempre più comuni. In que-

sto momento, come in tutti i momenti della giornata, abbiamo al polso un orologio. Senza di esso è come se ci sentissimo svestiti.

Parifichiamo le ore

Tutti questi espedienti per misurare il tempo (candele, clessidre, orologi) operarono un importante cambiamento sul concetto di *ora* come intervallo di tempo. Come abbiamo visto, l'ombra di una meridiana si sposta con maggiore o minore velocità a seconda dei giorni, di conseguenza le ore segnate da una meridiana sono più lunghe o più corte a seconda delle stagioni dell'anno. Le ore che variano in durata con le stagioni si chiamano *ore temporali*. Le candele invece si consumano circa alla stessa velocità in tutti i giorni dell'anno, forse un po' più rapidamente nei giorni caldi. La sabbia, l'acqua, i pesi, i pendoli e le molle conservano lo stesso ritmo ogni giorno e in ogni stagione.

Si arrivò così al concetto di *ore uguali* per ogni giorno dell'anno, indipendentemente dal Sole. In questo giocò una parte importante l'invenzione dell'orologio meccanico, per mezzo del quale la durata dell'ora cessò di variare a seconda delle stagioni.

Come abbiamo visto, infatti, durante l'anno si riscontrano periodi nei quali la luce nel corso della giornata dura meno di dodici ore e periodi in cui essa dura più di dodici ore. La stessa cosa accade per la notte. Quanto durano allora luce e tenebre insieme?

Fin dai tempi più remoti gli uomini devono aver notato che quando i giorni sono corti le notti sono lunghe e viceversa. L'invenzione poi di espedienti per la misurazione del tempo dimostrò che la relazione tra i due fatti era assolutamente proporzionale. Se il periodo di

luce si accorciava, la notte si allungava in proporzione. Luce e tenebre insieme avevano dunque una durata costante che poteva venire divisa in 24 ore uguali: questo periodo di tempo comprensivo della luce e delle tenebre venne chiamato *giorno*, con una parola presa a prestito da quella che tradizionalmente indicava più specificamente il periodo di luce. Dicendo « giorno » infatti noi intendiamo sia il periodo di tempo che va dall'alba al tramonto, sia quello che va dall'alba all'alba seguente.

Facciamo un esempio: diciamo che il 21 giugno è « il giorno più lungo dell'anno ». In realtà questo giorno non è più lungo di qualsiasi altro, visto che nel suo insieme dura 24 ore come tutti gli altri. Noi vogliamo soltanto dire che le ore di luce sono più lunghe che in tutto il resto dell'anno. Usiamo cioè la parola « giorno » nella sua accezione più antica e tradizionale.

È per evitare ambiguità di questo genere che gli studiosi e gli specialisti preferiscono indicare con *dí* il periodo di luce giornaliera e con *giorno* la somma del *dí* e della *notte*, vale a dire del periodo di luce e di buio giornaliero.

Per quanto poi riguarda la lettura dei nostri moderni orologi dai quadranti divisi in 12 ore, è invalso l'uso pratico di indicare le ore dopo il mezzodí protraendo la misurazione dal 13 al 24 onde non ingenerare equivoci, specie nelle ore ufficiali di spettacoli, arrivi e partenze di treni, aerei, ecc.

Dividiamo le ore

Una volta stabilita e accettata la divisione del giorno in ore uguali, si sentí la necessità di dividere a loro volta le ore in periodi più brevi e uguali fra loro. Questa suddivisione diventò possibile quando, grazie all'orolo-

gio a pendolo si arrivò a misurare il tempo con sufficiente accuratezza

Aggiungendo determinati ingranaggi era possibile attaccare al quadrante un secondo indicatore, regolato in modo da girare a una velocità dodici volte superiore a quella del primo e che avrebbe fatto l'intero giro del quadrante nel tempo impiegato dal primo per spostarsi da un'ora all'altra. Ogni volta che il secondo indicatore passava sul segno indicante un'ora, sarebbe trascorso $1/12$ di ora.

Suddividendo in cinque sezioni uguali ogni sezione ottenuta dalla divisione del quadrante in 12 ore, ogni volta che il secondo indicatore avesse superato una di queste piccole suddivisioni sarebbe trascorso $1/60$ di ora. Gli intervalli di $1/60$ di ora vennero chiamati *minuti* da una parola latina che significa appunto « piccolo, minuto ».

Già in precedenza, però, le ore dovevano essere state in qualche modo divise in metà e quarti. Infatti anche nel linguaggio moderno è rimasto l'uso di dire « le sei e mezzo », « un quarto alle sette ». Una volta stabiliti i minuti, invece, si poté dire « le sei e cinque », « tredici minuti alle sette ». Correntemente si possono scrivere queste due espressioni di tempo nel seguente modo: 6,05 e 6,47 (aeroporti, stazioni, spettacoli), altrimenti la grafia esatta sarebbe: 6h 05' e 6h 47'.

Infine, all'orologio si può aggiungere un terzo indicatore che percorre il circuito completo del quadrante in un minuto. Ogni volta che questo indicatore oltrepassa una delle suddivisioni minori del quadrante è trascorso $1/60$ di minuto. Quest'altra unità di misura, ancora più piccola delle precedenti, si chiama *secondo*, perché è la seconda divisione dell'ora: la divisione di una precedente divisione.

I tre indicatori di un moderno orologio si chiamano

lancette: la *lancetta delle ore*, la *lancetta dei minuti* e la *lancetta dei secondi*. La lancetta delle ore è la più corta perché basta che indichi in direzione del segno dell'ora. La lancetta dei minuti è più lunga perché deve raggiungere i piccoli segni che circondano tutto il quadrante, in modo da indicare con esattezza il minuto. La lancetta dei secondi è generalmente diversa dalle altre due, in modo da non creare confusioni.

Come mai ore e minuti sono stati divisi in 60 parti e non, per esempio, in 10 o in 100?

L'impiego del numero 60 risale ai babilonesi, i quali ne facevano un grande uso, visto che il 60 può essere diviso per molti numeri inferiori senza dare risultati frazionari. È già stata ricordata la loro simpatia per il numero 12 che è divisibile per 2, 3, 4 e 6, anche se non è divisibile per 5. Il numero più basso divisibile per 2, 3, 4, 6 e 5 è appunto il 60. Inoltre, il 60 è divisibile anche per 10, 12, 15, 20 e 30.

Questo *sistema sessagesimale* (dal latino *sexaginta* che significa « sessanta ») non è impiegato per unità di tempo inferiori al secondo. Gli scienziati, tuttavia, sono obbligati a tener conto nei loro calcoli anche delle frazioni infinitesimali di secondo. Ed ecco che essi sono ricorsi al sistema decimale, dividendo il minuto secondo con questo sistema e chiamando pertanto *millisecondo* un millesimo di secondo e *microsecondo* un milionesimo di secondo. I prefissi « milli » e « micro » sono usati nel sistema decimale per indicare rispettivamente la millesima e la milionesima parte di qualsiasi unità.

COORDINATE TERRESTRI E COORDINATE CELESTI

Cominciando dal mezzo

Una volta messo in pratica il concetto delle 24 ore, sorse un nuovo dilemma: quando far iniziare e finire il giorno.

Finché giorno e notte erano stati considerati separatamente, nessuno si era posto il problema: il giorno nasceva con il sorgere del Sole e la notte con il suo calare. Così in un primo momento venne spontaneo di continuare a considerare l'inizio e la fine della giornata allo stesso modo, facendola iniziare o all'alba o al tramonto.

Gli egiziani preferirono l'alba e gli ebrei il tramonto. Ancora oggi ricorrenze ebraiche come il Rosh Ashonah (Capodanno) e lo Yom Kippur (il giorno dell'Espiazione) cominciano e finiscono al calare del Sole. Il periodo di tempo immediatamente successivo al tramonto con il quale inizia il giorno di festa è chiamato Erev Rosh Ashonah o Erev Yom Kippur. La parola *erev* si-

gnifica « sera », quindi Erev Yom Kippur è « la sera del giorno dell'Espiazione ».

Quest'abitudine sussiste in alcune ricorrenze cristiane. Quando diciamo « la notte di Natale » e « la notte di Capodanno » non ci riferiamo alla vera e propria sera di Natale e di Capodanno (25 dicembre e 1 gennaio), ma alle sere che precedono i giorni di Natale e di Capodanno (24 dicembre e 31 dicembre).

In pratica però per far iniziare indifferentemente il giorno all'alba o al tramonto presenta notevoli svantaggi. Uno dei più evidenti è che né l'alba né il tramonto cadono nello stesso momento del giorno in tutte le stagioni.

Siccome il Sole sorge sempre più presto e tramonta sempre più tardi dall'inizio dell'inverno alla fine della primavera, nel corso di queste due stagioni il periodo di tempo compreso fra un'alba e l'alba seguente o fra un tramonto e il tramonto seguente supera di poco le 24 ore. Durante l'estate e l'autunno la situazione si rovescia, e il periodo di tempo compreso fra due albe consecutive o fra due tramonti consecutivi è di poco inferiore a 24 ore.

Si decise così di prendere a riferimento l'attimo in cui il Sole si trovava al culmine della sua ascesa. In base alle clessidre c'era sempre un intervallo di circa 24 ore fra i due momenti consecutivi in cui il Sole raggiungeva la massima altezza sull'orizzonte, indipendentemente dalle stagioni. Se sorgeva prima tramontava anche più tardi (e viceversa), ma impiegava sempre lo stesso numero di ore per trovarsi a metà del suo viaggio.

Sembrò ragionevole cominciare quindi a contare le ore del mezzogiorno. Un'ora dopo il mezzogiorno era l'una, due ore dopo mezzogiorno le due, e così via. Dopo dodici ore era mezzanotte, e la serie numerica ricominciava dall'uno.

Il termine latino per mezzogiorno è *meridies*, dal quale deriva l'italiano « meriggio ». Le ore numerate da 1 a 12 che seguono il meriggio sono dette *pomeridiane*, dall'evidente etimologia latina che dà origine alla formula abbreviata per indicarle, *p.m.* Le ore numerate da 1 a 12 che precedono il mezzogiorno sono *antimeridiane* e si indicano con la formula *a.m.* Distingueremo così le 3 del dì dalle 3 della notte.

Le prime saranno le 3 p.m. e le seconde le 3 a.m.

Il giorno di 24 ore potrebbe iniziare indifferentemente a mezzogiorno come a mezzanotte. Cominciare a mezzogiorno, come facevano gli antichi egiziani, spezzerebbe in due la giornata lavorativa. Lo stesso affare, trattato nelle ore antimeridiane e concluso in quelle pomeridiane dello stesso giorno solare, porterebbe due diverse date, ingenerando un vero e proprio caos.

È molto più logico fare iniziare il giorno a mezzanotte, quando generalmente la gente dorme, o, per lo meno, non è dedita ad attività lavorative.

Per la stessa ragione gli astronomi, che lavorano di notte e dormono di giorno, trovano più conveniente iniziare la giornata con il mezzogiorno. Il cosiddetto *tempo astronomico* portava di conseguenza mezza giornata di ritardo rispetto al tempo normale. Così le 3 a.m. del 5 giugno, ora normale, corrispondevano alle 15 del 5 giugno, ora astronomica. Dopo il 1925, però, gli astronomi adottarono il sistema che inizia con la mezzanotte e si trovano ora al passo con il resto del mondo.

Le divisioni del cielo

A questo punto, per calcolare il tempo, diventa importante considerare il momento preciso in cui il Sole si trova direttamente a perpendicolo, cioè allo *zenit*. I

babilonesi avevano provato a fissare le posizioni dei corpi celesti nel cielo e, per aiutarsi, avevano diviso la volta stellata con una serie di linee immaginarie che correvano da nord verso sud. L'intera volta risultava divisa da 360 linee identiche ed equidistanti fra loro. Il perché della scelta proprio di questo numero lo vedremo più avanti.

Le linee con le quali fu diviso il cielo erano paragonabili a una specie di scala, grazie alla quale si poteva scendere dallo zenit all'orizzonte. Le 360 divisioni presero il nome di *gradi* dal latino *gradus* che significa appunto « gradino ».

Non confondiamo questi gradi con quelli di altri sistemi di misurazione, come, per esempio, quelli che segnano la temperatura sulla scala di un termometro. I gradi che misurano un circolo o una sfera si chiamano gradi di arco (intendendo per « arco » la porzione di una circonferenza) o *gradi angolari*.

La distanza corrispondente a mezza circonferenza di qualsiasi cerchio o sfera — come per esempio quella immaginaria che va da un limite all'altro dell'orizzonte lungo l'enorme sfera del cielo — misura 180 gradi, cioè la metà di 360. La distanza fra un estremo dell'orizzonte e lo zenit viene quindi a essere la metà di 180 gradi, vale a dire 90 gradi.

Ogni grado è diviso in 60 *minuti di arco* o *minuti angolari* (specificazioni che servono a distinguere questi minuti da quelli del tempo) e ogni minuto è diviso in 60 *secondi di arco* o *secondi angolari*. Ecco un altro impiego del sistema sessagesimale babilonese.

Nei primi tempi si convenne che il Sole fosse allo zenit quando l'ombra della meridiana raggiungeva la lunghezza minima, e quel momento fu chiamato mezzogiorno. Tuttavia questo metodo presentava non poca approssimazione, cosicché, nel 1731, un inglese chiamato

John Hadley inventò uno strumento in grado di dare risultati molto più esatti. Questo strumento si chiama *sestante*, con un'etimologia di derivazione latina che significa « sesto ». È formato da un arco curvo, rappresentante appunto un sesto di circonferenza, ed è marcato da 120 divisioni, ognuna delle quali corrisponde alla metà di un grado. Il sestante è munito di due specchi, uno dei quali viene puntato sull'orizzonte. Il sestante funziona con precisione soprattutto in mare, dove non ci sono colline, alberi o case a coprire l'orizzonte. Il secondo specchio viene puntato sul Sole. Ne risulta che l'angolo fra gli specchi, quando sono bene allineati, misura esattamente la metà dell'altezza del Sole sull'orizzonte. Questo sulla base di alcune leggi sulla riflessione della luce, che sarebbe troppo complicato spiegare in questa sede. L'angolo fra i due specchi è determinato da due indicatori attaccati agli specchi stessi, che si spostano davanti alle tacche riportate su un braccio graduato.

Queste tacche corrispondono ai mezzi gradi, in modo da dare l'altezza del Sole in gradi interi, dato che l'angolo fra i due specchi deve essere raddoppiato.

Quando l'altezza del Sole, misurata con il sestante, è di 90 gradi sull'orizzonte, allora è mezzogiorno.

La linea immaginaria nord-sud che attraversa lo zenit del cielo si trova a 90 gradi sull'orizzonte ed è su di essa che il Sole deve passare a mezzogiorno. Per questa ragione la linea prende il nome di *meridiano*.

Per alcune cause che vedremo in seguito, il periodo di tempo impiegato dal Sole per passare due volte consecutive sul meridiano non è proprio di 24 ore esatte. Il Sole può avere ritardi o anticipi che arrivano fino a 15 minuti, vale a dire da un anticipo massimo a partire dalle 11,45 antimeridiane a un ritardo massimo fino alle 12,15 pomeridiane.

Dobbiamo dedurre da questo fatto che il moto rotatorio della Terra non è costante?

Prima di fare deduzioni affrettate è bene ricordare che il Sole non è l'unico corpo celeste che sorge, attraversa il meridiano e tramonta. Altri corpi celesti compiono lo stesso tragitto.

Invece del Sole, osserviamo una stella qualsiasi: ogni notte segniamo il momento in cui attraversa il meridiano. Vedremo che fra un passaggio e l'altro trascorre un eguale intervallo di tempo. La stella, a differenza del Sole, si sposta sempre alla stessa velocità e non ha mai un secondo di anticipo o di ritardo. Questa è una realtà inconfutabile, quale che sia la stella che abbiamo osservato.

L'intervallo di tempo impiegato dalla stella per attraversare due volte consecutive il meridiano è chiamato *giorno siderale* (dal latino *sidus* che significa « stella »). Possiamo dedurre con certezza che il moto rotatorio della Terra è costante dal fatto che la durata del giorno siderale è sempre identica. Lo strano comportamento del Sole non è dovuto ad alcuna irregolarità nel moto rotatorio della Terra, ma da altri moti della Terra stessa dei quali non abbiamo ancora parlato.

Il periodo di tempo impiegato dal Sole per incrociare due volte consecutive il meridiano viene chiamato *giorno solare vero*. Siccome il giorno solare varia lievemente a seconda dell'anticipo o del ritardo del Sole di volta in volta, è entrato in uso fare una media dei vari giorni solari di un anno, a cui è stato dato il nome di *giorno solare medio* o *giorno civile*.

Il *sole medio* è quindi un sole immaginario che rappresenta quello vero se questo girasse intorno alla Terra a velocità costante come qualsiasi stella. Il nostro mezzogiorno suona quando il sole medio, e non il vero Sole, attraversa il meridiano.

L'ora calcolata in base al sole medio è chiamata *ora solare media*. Quella calcolata in base al Sole vero, *ora solare vera*. E così ogni 24 ore abbiamo un *mezzogiorno medio*, quando il sole medio attraversa il meridiano e un *mezzogiorno solare vero*, quando il meridiano è attraversato dal Sole vero. Questi due mezzogiorni possono avere tra loro scarti di tempo che arrivano fino a 15 minuti, ma quattro volte all'anno coincidono. La differenza tra il mezzogiorno solare medio e quello reale, che varia di giorno in giorno, si chiama *equazione del tempo*.

Per il giorno solare medio è stata stabilita una durata di 24 ore esatte. Il giorno siderale, misurato con gli appositi strumenti di precisione, è più breve di circa 4 minuti. Dura esattamente 23 ore, 56 minuti, 4,09 secondi.

Più avanti avremo modo di riparlare della differenza fra giorno siderale e giorno solare medio e di approfondire questo concetto.

Le divisioni della Terra

Molti fra gli antichi pensatori greci erano convinti che la Terra fosse rotonda e alcune mappe giunte fino a noi del mondo a quel tempo conosciute si presentano ripartite da linee con decorrenza nord-sud, in tutto simili a quelle tracciate nel cielo dai babilonesi.

Per un ateniese la linea nord-sud che attraversava lo zenit nel cielo si trovava direttamente al di sopra di una linea nord-sud che sulla superficie terrestre attraversava Atene, vale a dire il luogo in cui egli si trovava. Per un romano, era la linea che passava per Roma a trovarsi in diretta corrispondenza della linea che attraversava nel cielo lo zenit. E così per tutti i luoghi della

Terra. Per questa ragione le linee nord-sud disegnate sulle mappe terrestri, tutte senza eccezione, si chiamano ancora oggi *meridiani*.

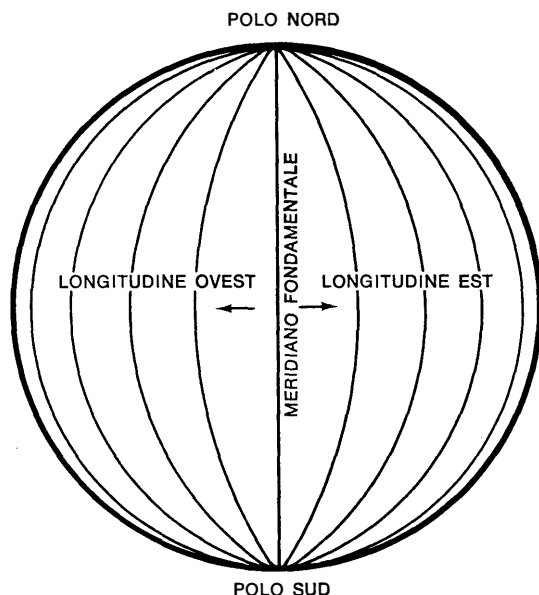
Gli antichi si contentavano di parlare del « meridiano di Atene », del « meridiano di Roma » e così via. Ma i viaggiatori, e specialmente i navigatori che per lunghi periodi dovevano orizzontarsi lontano da qualsiasi punto di riferimento terrestre, avevano bisogno di indicazioni più precise. Di conseguenza (seguendo il sistema babilonese) venne naturale di dividere il globo in 360 meridiani, ognuno dei quali rappresenta un grado. Ogni grado è divisibile in 60 minuti e ogni minuto in 60 secondi.

Osservando un mappamondo si vedrà che i vari meridiani tracciati da nord a sud convergono e si incontrano ai due poli. Ma è impossibile segnare tutti i gradi su un mappamondo: sarebbero troppo in uno spazio limitato. Generalmente infatti vengono indicati a intervalli di dieci gradi l'uno dall'altro e sembrano dividere la Terra in tante porzioni che somigliano agli spicchi di un'arancia.

Ed eccoci di fronte a un nuovo problema: dove esattamente tracciare i meridiani? Un geografo greco inizierebbe certamente facendo passare il primo attraverso Atene e sistemando poi gli altri a est e a ovest; un geografo romano comincerebbe dal meridiano di Roma; un geografo francese dal meridiano che attraversa Parigi e così via, ingenerando una confusione senza limiti. Fu quindi necessario trovare un sistema accettato da tutti e valido per tutti. Questo sistema venne codificato nel 1884 alla conferenza di Washington sui meridiani.

A quei tempi la Gran Bretagna era la nazione più potente del mondo e aveva la più grande marina, sia mercantile sia da guerra. Nessun'altra nazione era altrettanto interessata ai viaggi per mare, e di conseguenza il suo

I MERIDIANI



sistema fu quello che prevalse su tutti. Gli inglesi contavano i meridiani a cominciare da quello che passa per Greenwich, un sobborgo di Londra dove si trovava un importante osservatorio astronomico. Il meridiano di Greenwich diventò così il *meridiano fondamentale*. L'osservatorio venne poi trasferito a Herstmonceux sulla Manica, ma il meridiano fondamentale rimase dov'era.

I meridiani misurarono la posizione di una località sulla superficie terrestre, andando da est a ovest. La posizione est-ovest è chiamata *longitudine* perché i meridiani, tracciati da nord a sud, attraversano le mappe in

lunghezza. Generalmente le mappe sono tracciate con il nord in alto e il sud in basso.

Il meridiano fondamentale marca una longitudine di 0 gradi. La parola gradi si rappresenta con un piccolo zero posto in alto sulla destra del numero. La grafia corretta per meridiano fondamentale è quindi 0° longitudine.

Si potrebbero elencare gli altri gradi numerandoli da 0 a 360 tutt'intorno alla terra, a partire dal primo e procedendo verso ovest o verso est. Si stabilì invece la convenzione di contarli in ambedue le direzioni contemporaneamente. I meridiani a ovest di Londra (verso l'America) indicano la *longitudine ovest* e quelli a est di Londra (verso l'Asia) indicano la *longitudine est*.

In questo modo esiste una longitudine 75° ovest (che passa attraverso lo stato di New York) e una longitudine 75° est (che attraversa l'India). Tutti i punti corrispondenti alla longitudine 75° ovest si trovano a ovest di Greenwich, tutti i punti corrispondenti alla longitudine 75° est si trovano a est di Greenwich.

Le due serie di meridiani proseguono verso ovest e verso est fino a incontrarsi nel meridiano direttamente opposto al meridiano fondamentale. Quest'ultimo meridiano è a 180° e, come quello 0°, non ha bisogno delle indicazioni ovest o est.

Il meridiano corrispondente a 180° percorre l'estremità orientale della Siberia e attraversa in lunghezza l'oceano Pacifico quasi senza sfiorare nessuna terra. Vedremo presto quanto questo particolare sia importante.

L'utilità dei meridiani rispetto alla misurazione del tempo è la seguente: siccome le ore del giorno variano da un punto all'altro della superficie terrestre, i meridiani ci aiutano a contenere queste variazioni. Ma per affrontare un tale argomento sarà meglio iniziare un nuovo capitolo.

IL VIAGGIO DEL TEMPO INTORNO ALLA TERRA

Ora locale

Se cerchiamo di figurarci la Terra come un globo sul quale il Sole irraggia la sua luce, capiremo subito perché è impossibile avere la stessa ora contemporaneamente in ogni punto di essa. La metà che fronteggia il Sole è illuminata e lí avremo il dí, la metà opposta è in ombra e lí ci sarà la notte. Nella fascia dove ombra e luce si incontrano si avrà da una parte l'aurora e l'alba e dall'altra il crepuscolo e il tramonto.

Inoltre, se concentriamo l'attenzione sulla porzione di Terra illuminata dal Sole, vedremo che nella zona situata direttamente sotto il Sole è mezzogiorno (intendendo per mezzogiorno il passaggio del Sole sopra il meridiano di quella zona), in quel punto e soltanto in quello, non altrove.

Supponiamo per esempio che il Sole si trovi sul meridiano fondamentale. Sarà mezzogiorno a Londra e in

tutti gli altri posti situati lungo il meridiano fondamentale.

Ma la Terra ruota da ovest verso est o, se preferiamo, il Sole si sposta da est verso ovest. Ai fini del nostro discorso torna più pratico presumere che sia il Sole a muoversi.

Il *sole medio*, dunque, compiendo il suo tragitto intorno alla Terra di 360° di longitudine in 24 ore, compirà in un'ora solare media uno spostamento di 15° ($360 : 24$). Un'ora dopo il mezzogiorno di Londra, il Sole si troverà quindi sopra il meridiano a 15° di longitudine ovest, due ore dopo sopra quello dei 30° di longitudine ovest e così via.

Quando è mezzogiorno a Londra, manca un'ora perché sia mezzogiorno sul meridiano a 15° longitudine ovest (dove saranno invece le 11) e due ore perché sia mezzogiorno su quello a 30° di longitudine ovest (dove gli orologi segneranno le 10).

Nella direzione opposta accade un fenomeno analogo. Un'ora prima di raggiungere il meridiano fondamentale, il Sole attraversa i 15° di longitudine est e due ore prima i 30° di longitudine est. Ciò significa che quando a Londra è mezzogiorno, sui 15 gradi di longitudine est sono le 13 e sui 30° di longitudine est sono le 14.

In questo modo, ogni zona della Terra può stabilire la propria ora (*ora locale*) confrontandola con l'ora del meridiano fondamentale (*ora di Greenwich*): basta conoscerne la longitudine. A ovest del meridiano fondamentale, occorre sottrarre un'ora per ogni 15° (o 4 minuti per ogni 1°) all'ora del meridiano di Greenwich. A est del meridiano fondamentale bisogna invece aggiungere un'ora ogni 15° . La longitudine di una località dice esattamente di quanti gradi, minuti e secondi essa si trovi a est o a ovest di Greenwich e quindi costituisce un'informazione sufficiente per calcolare l'ora locale.

Il sistema funziona naturalmente anche in senso inverso. Supponiamo di avere un orologio regolato sull'ora di Greenwich. Supponiamo ancora di stabilire con un sestante quando il Sole è allo zenit, mezzogiorno locale. Bisognerà consultare una tabella apposita per sapere quanti minuti occorre sottrarre o aggiungere, a seconda del giorno particolare in cui ci troviamo, per trasformare il Sole reale in sole medio. Basterà a questo punto confrontare l'ora di Greenwich con il mezzogiorno locale per determinare la longitudine: a ogni 4 minuti di anticipo sull'ora di Greenwich corrisponde 1° a ovest di Greenwich, a ogni 4 minuti di ritardo 1° a est.

Per fare un calcolo di questo genere è indispensabile un orologio molto preciso. Sulle navi bisognerà poter disporre di orologi in grado di mantenere il tempo di Greenwich a dispetto dei movimenti di rollio e di beccheggio, perché è soprattutto nel corso di viaggi attraverso l'oceano che diventa di capitale importanza conoscere sempre con esattezza la longitudine su cui ci si trova. Huygens, per esempio, dopo aver inventato l'orologio a pendolo, ne sperimentò alcuni a bordo di navi, ma non fu possibile farli funzionare in un ambiente tanto instabile.

Il governo inglese a quei tempi si interessava in particolar modo al calcolo della longitudine perché la Gran Bretagna era una nazione essenzialmente marinara. Nel 1675 Carlo II fondò appunto l'osservatorio di Greenwich al fine di incrementare gli studi astronomici che avrebbero di riflesso aiutato anche a determinare la longitudine in termini sempre più esatti e precisi.

In seguito, nel 1714, il governo inglese offrì un premio di 20.000 sterline a chi avesse inventato un orologio capace di funzionare a bordo di una nave. Nel 1760 un carpentiere dello Yorkshire, John Harrison, autodidatta, inventò finalmente il *cronometro di bordo*, con

il quale vinse il premio. Per vincere, Harrison dovette costruire un orologio il più possibile perfetto fra quanti in uso sulla terraferma e munirlo di una sospensione cardanica che lo mantenesse sempre nella stessa posizione indipendentemente dalle oscillazioni della nave. Oggigiorno questi congegni non sono più necessari. Basta un apparecchio radio per ricevere i *segnali orari standard*, più precisi di qualsiasi cronometro di bordo.

Ora internazionale o di fuso

Lasciare a ogni città la sua ora locale è incontrovertibilmente fonte di perenni disagi. Boston per esempio, negli Stati Uniti, si trova sul 71° di longitudine ovest e Filadelfia sul 75° di longitudine ovest. A mezzogiorno, ora di Greenwich, a Boston sono le 7,16 antimeridiane e a Filadelfia le 7,00 antimeridiane.

Prima che entrassero in uso i sistemi di trasporto e di comunicazione odierni, queste piccole differenze non avevano importanza. Ogni comunità poteva tranquillamente regolarsi sull'ora locale, magari dipendendo dai campanili delle chiese per sapere che ora fosse. Bastò che i treni diventassero un mezzo di trasporto abituale perché l'impossibilità di mantenere le varie ore locali si rivelasse in pieno. Proviamo inoltre a immaginare un programma televisivo che, annunciato per l'inizio di una data ora a New York, vada in onda con 4 minuti di anticipo a Filadelfia e con 12 minuti di ritardo a Boston!

Le prime a sentire il disagio di un simile stato di cose, appena si cominciarono a creare i primi sistemi di reti ferroviarie, furono naturalmente quelle nazioni il cui territorio si estende su ampie longitudini, come per esempio gli Stati Uniti e il Canada. Nel 1878 il canadese Sandford Fleming suggerì di dividere gli Stati

Uniti e il Canada in sezioni longitudinali larghe 15° ciascuna e di fissare un'unica ora per ogni sezione. Lo statunitense Charles Ferdinand Dowd fu un pioniere di quest'idea. Il progetto venne in un primo tempo adottato soltanto dalle società ferroviarie, ma poi ben presto esso fu accolto anche dai vari governi che lo estesero sul piano nazionale, diventando in seguito una convenzione a livello mondiale.

Ecco come funziona.

Il mezzogiorno (ora di Greenwich) viene considerato mezzogiorno (indipendentemente dalla reale posizione del Sole) in ogni località compresa fra 7 1/2° di longitudine est e 7 1/2° di longitudine ovest. Ne risulta una sezione di 15° chiamata *fuso*.

A ovest del *fuso di mezzogiorno* c'è un altro fuso di 15°, compreso fra i 7 1/2° di longitudine ovest e 22 1/2° di longitudine ovest, in ogni località del quale sono le 11 antimeridiane. Nella direzione opposta, a est del fuso di mezzogiorno, si trova un fuso, compreso fra 7 1/2° di longitudine est e 22 1/2° di longitudine est, in ogni località del quale sono le 13.

La Terra risulta così divisa in 24 fusi orari. L'ora stabilita per ogni fuso si chiama *ora del fuso* o, più frequentemente, *ora internazionale*.

Gli Stati Uniti coprono quattro fusi centrati rispettivamente intorno a 75°, 90°, 105°, 120° di longitudine ovest. Il più a est di questi quattro fusi comprende la costa orientale degli Stati Uniti e viene indicato in America come il fuso dell'*ora orientale*. Il fuso accanto copre la vallata del Mississippi, dove è in vigore l'*ora centrale*. Il fuso seguente abbraccia le Montagne Rocciose, dove troviamo l'*ora delle montagne*. All'estremo ovest, il quarto fuso comprende la costa occidentale degli Stati Uniti, dove è in vigore l'*ora del Pacifico*.

Quando è mezzogiorno a Greenwich, sono le 7 anti-

meridiane in città come Boston, New York, Filadelfia, Washington, Atlanta e Miami; le 6 antimeridiane a Minneapolis, Chicago, St. Louis, Houston e New Orleans; le 5 antimeridiane a Butte, Boise, Denver, Phoenix e Santa Fe e infine sono le 4 antimeridiane a Seattle, San Francisco, Los Angeles e San Diego.

Se viaggiando si attraversa il confine immaginario fra un fuso e l'altro, è indispensabile tener conto dell'improvviso sbalzo di un'ora. Arrivando a Chicago da New York, per esempio, bisogna spostare l'orologio un'ora indietro. Tornando a New York occorre rimetterlo un'ora avanti. Anche se si vuole telefonare da un punto all'altro, è necessario tener presenti le differenze di orario. Se pensassimo per esempio di chiamare da San Francisco un amico che si trova a Boston alle 10 di sera, lo faremmo alzare dal letto all'1 del mattino.

Quando i fusi orari non seguono i meridiani

Se osserviamo per esempio una carta degli Stati Uniti dove sono segnati i fusi orari, noteremo subito come i confini immaginari procedono irregolarmente. Se infatti i fusi fossero delimitati da linee perfettamente diritte, questo comporterebbe non pochi inconvenienti.

Per esempio, la linea corrispondente a $81\frac{1}{2}^{\circ}$ di longitudine ovest, che segna il confine geometrico fra l'ora orientale e l'ora centrale, attraversa due stati: l'Ohio e la Georgia. I governi di questi stati, per evitare l'inconveniente di avere località contigue con ore differenti, hanno deciso per praticità di adottare l'ora orientale in tutta l'estensione dei loro territori. Cosicché il confine immaginario fra il fuso dell'ora centrale e quello dell'ora orientale cade esattamente sulle linee di confine esistenti fra l'Ohio e l'Indiana e fra la Georgia e

l'Alabama, rompendo la perfetta regolarità dello « spicchio » orario.

Quando è possibile, le nazioni cercano sempre di mantenersi entro i limiti di un unico fuso orario. Il confine che divide il fuso di mezzogiorno (ora di Greenwich) dal fuso delle ore 13 cade sul meridiano corrispondente a $7\frac{1}{2}^{\circ}$ di longitudine est, il quale taglia l'estrema parte occidentale della Germania e l'estrema parte orientale della Francia. La Francia si è raccolta tutta entro il fuso di mezzogiorno (ora di Greenwich) e la Germania entro quello delle 13 (*ora dell'Europa centrale*). Quasi sempre i confini dei fusi orari vengono adattati ai confini naturali degli stati.

Poche altre nazioni hanno problemi orari come gli Stati Uniti. Il Messico è attraversato da tre fusi orari, ma ha adottato per quasi tutta la sua estensione l'ora centrale. Il Brasile è pure attraversato da tre fusi orari ma la maggior parte del suo territorio abitato è situata nel fuso delle 9 antimeridiane. La Cina ha 4 fusi, ma quasi tutta la sua area abitata è compresa nel fuso delle 8 pomeridiane. Il Canada si trova in condizioni difficoltose: oltre ai quattro fusi degli Stati Uniti, il suo territorio si estende su un quinto fuso, situato più a est di quello dell'ora orientale, dove si trovano il Labrador e le Province Marittime, vale a dire il fuso dell'*ora dell'Atlantico*. L'estremo nordorientale del Canada, poi, investe un ulteriore fuso orario situato a ovest di quello dell'ora del Pacifico. Questo stato è quindi diviso da ben sei fusi orari. Come, del resto, lo sono anche gli Stati Uniti, se consideriamo anche il territorio dello stato dell'Alaska.

Lo stato campione in questo campo è comunque l'Unione Sovietica, la quale è divisa niente meno che da undici fusi orari. Al mezzogiorno di Greenwich corrispondono le 2 del pomeriggio di Kaliningrado, sui con-

fini occidentali dell'Unione Sovietica, e la mezzanotte nell'estremo orientale della Siberia.

Alcune regioni della Terra si sistemano fra due fusi orari di modo che l'ora internazionale si avvicini il più possibile all'ora locale. Terranova, per esempio, che si trova sul limite estremo del fuso dell'ora dell'Atlantico, ha fissato una propria ora internazionale che porta trenta minuti di ritardo rispetto a quella del fuso. Quando a Greenwich è mezzogiorno, a Terranova sono le 8,30 del mattino, mentre sui confini del Canada, al di là del Golfo di St. Lawrence, sono le 8,00. L'Iran, diviso tra il fuso delle 3 pomeridiane e quello delle 4 pomeridiane, ha preferito sistemarsi per intero entro i limiti di un immaginario fuso delle 3,30 pomeridiane.

Comunque, gli astronomi di tutto il mondo si basano sull'ora di Greenwich per le loro osservazioni. L'ora di Greenwich quindi viene spesso chiamata *ora universale*.

Ora legale

All'epoca della prima guerra mondiale, l'ora di fuso subì un ulteriore aggiornamento.

Nei paesi come la Gran Bretagna e gli Stati Uniti, la giornata lavorativa comincia generalmente fra le 8 e le 9 antimeridiane e finisce fra le 5 e le 6 pomeridiane. Per arrivare in tempo al lavoro, la gente si sveglia in media intorno alle 7 al mattino, e per potersi assicurare un sonno di almeno otto ore, va a letto verso le 11 della sera. Ciò significa che durante l'autunno e l'inverno questo periodo « attivo » che si aggira sulle 16 ore comincia poco dopo l'inizio del dì, include l'intero periodo di luce e prosegue per circa 5 o 6 ore dopo che si è fatto buio. Durante queste cinque o sei ore

è inevitabile un enorme consumo di corrente elettrica per l'illuminazione artificiale.

In compenso, durante la primavera e l'estate, il Sole sorge più presto e tramonta più tardi. Dato che il Sole tramonta più tardi, il periodo attivo del giorno include solo dalle 3 alle 5 ore di oscurità, mentre d'altra parte, anticipando il Sole il suo nascere (alle 4,00 in Gran Bretagna e alle 4,30 nel Nord degli Stati Uniti), due o tre ore di luce solare del mattino vengono sprecate nel sonno.

Basterebbe che la gente cominciasse la giornata lavorativa un'ora prima, alzandosi con un'ora di anticipo – e andando però anche a dormire un'ora prima – per risparmiare dal 20 al 30 per cento dell'energia elettrica impiegata per l'illuminazione artificiale durante la giornata attiva.

Ma convincere la gente a mutare le proprie abitudini è impresa assai ardua, tanto più che il mutamento per essere efficace dovrebbe essere adottato da tutti, senza eccezione alcuna. Se solo alcuni lo accettassero e altri no, ne nascerebbe una confusione indescrivibile.

L'unico sistema pratico per ottenere un simile risultato è alterare l'ora ufficiale. Mettendo l'orologio un'ora avanti in primavera, l'abitudine di alzarsi alle 7 del mattino rimarrebbe immutata, anche se in effetti sarebbero le 6, e si potrebbe continuare ad andare a letto alle 11 di sera, che in effetti sarebbero le 10. Naturalmente la prima notte si perderebbe un'ora di sonno, ma quest'ora sarebbe recuperata in autunno, al momento di rimettere l'orologio un'ora indietro.

Già prima della prima guerra mondiale erano state avanzate proposte in questo senso. L'inglese William Willet cominciò fin dal 1907 a battersi in favore del cambiamento dell'orario estivo. Ma la sua proposta trovò scarso seguito.

Non fu possibile far nulla fino al 1916, vale a dire un anno dopo che morì, quando a causa dello sforzo bellico della prima guerra mondiale fu necessario ridurre il consumo dell'energia elettrica. Germania e Gran Bretagna cominciarono a regolare l'orologio con un'ora di anticipo durante l'estate. L'ora di anticipo venne chiamata *ora legale*.

L'applicazione dell'ora legale non presenta molta utilità nei paesi nordici, dove la luce del giorno durante l'estate dura tanto a lungo da richiedere un uso minimo di illuminazione artificiale, come neppure nei paesi tropicali e subtropicali, dove il giorno non si allunga sensibilmente durante l'estate e quindi lo spreco di luce solare al mattino è minimo. Nelle comunità agricole, inoltre, l'ora legale è assolutamente inutile: il lavoro dei campi deve essere compiuto comunque alla luce del sole e i cambiamenti negli orari causerebbero soltanto inutili complicazioni.

Per questo l'ora legale non è adottabile in tutto il mondo.

Inoltre le ferrovie e i mezzi di trasporto in genere risentono notevoli disagi per l'applicazione dell'ora legale, tanto che spesso si sono dovuti mettere nelle stazioni orologi muniti di due paia di lancette: nere per indicare l'ora internazionale e rosse (messe più avanti di un'ora) per l'ora legale.

La confusione si crea anche quando due comunità vicine che decidono di adottare l'ora legale non si accordano in precedenza sul giorno in cui questa entrerà in funzione o sarà tolta. Alcuni anni fa, per esempio, la città di New York mantenne l'ora legale fino alla fine di ottobre, mentre Boston tornò all'ora di fuso alla fine di settembre. Per tutto il mese di ottobre gli spettacoli televisivi (dipendenti dalle leggi in vigore nello stato di New York) iniziarono con un'ora di ritardo rispetto al-

l'ora di Boston. È comprensibile e naturale l'irritazione che questo ritardo suscitò fra i telespettatori residenti nella città di Boston.

Linea del cambiamento di data

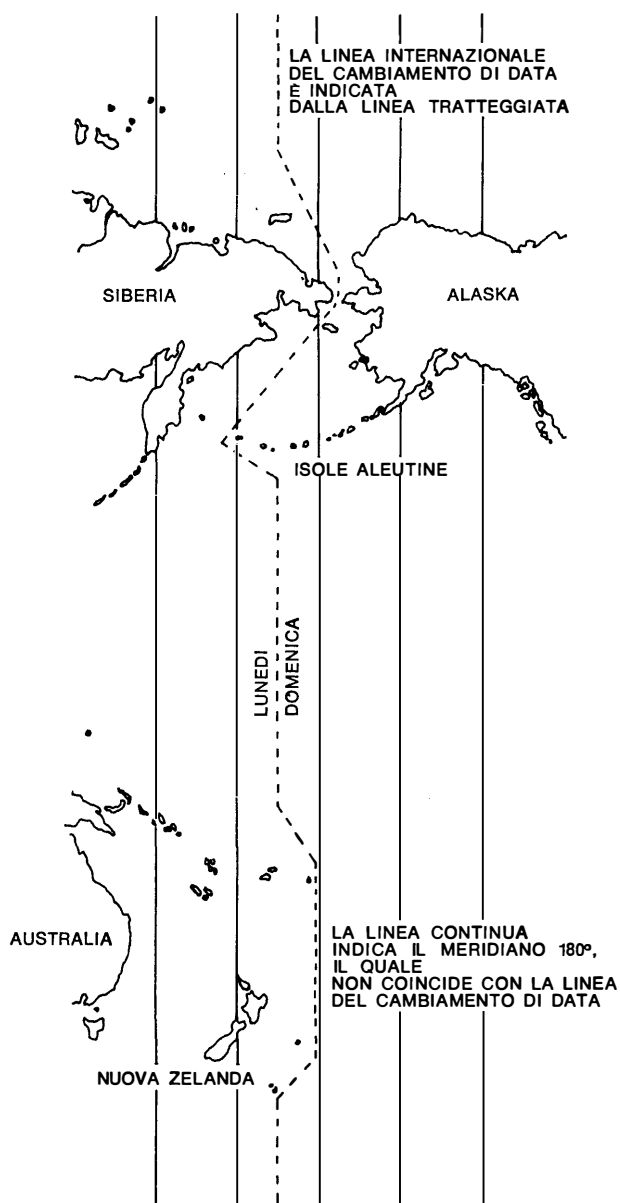
Torniamo ai fusi orari e all'ora internazionale. Girando intorno al globo, noteremo uno strano fenomeno. Partendo per esempio dal fuso di Greenwich il 5 giugno a mezzogiorno, e spostando verso est un mappamondo, attraverseremo il fuso dell'1 pomeridiana del 5 giugno, quello delle 2 pomeridiane sempre del 5 giugno e così via; ma una volta arrivati all'estremo limite orientale della Siberia, situato nel fuso a est del $172\frac{1}{2}^{\circ}$ di longitudine est, troveremo che qui è mezzanotte e che il 6 giugno sta per cominciare.

Partendo sempre il 5 giugno a mezzogiorno da Greenwich, e spostando il mappamondo nella direzione opposta, attraverseremo il fuso delle 11 antimeridiane del 5 giugno, poi quello delle 10 antimeridiane del 5 giugno e così via; ma una volta raggiunto (arrivando dalla parte opposta) l'estremo limite occidentale della Siberia, situato a ovest dei $172\frac{1}{2}^{\circ}$ di longitudine ovest, troveremo che qui scocca la mezzanotte del 4 giugno e che il 5 giugno sta per cominciare.

Vale a dire che, come oltrepassando l'immaginaria linea di confine tra un fuso orario e l'altro si ha lo scarto di un'ora, in base allo stesso principio, attraversando il 180° si ha lo scarto di un giorno. Un giorno indietro se noi ci spostiamo dall'Asia verso l'America e un giorno avanti se invece ci muoviamo in direzione contraria, dall'America verso l'Asia.

Ciò non vuol dire che « perdiamo » o « guadagniamo » un giorno. Si tratta di un puro e semplice bilan-

LINEA INTERNAZIONALE DEL CAMBIAMENTO DI DATA



cio di contabilità, indispensabile per far quadrare il libro mastro del tempo.

Non tutte le località dove si effettua il cambiamento di data sono situate sul 180° . L'Unione Sovietica, per esempio, preferisce considerare l'intera Siberia a ovest di questo meridiano, sebbene l'estremo limite orientale di essa si estenda a est del 180° . Gli Stati Uniti preferiscono considerare le isole Aleutine a est di questa immaginaria linea di confine, benché alcune di esse si trovino a ovest del 180° .

Come risultato venne stabilita una *linea internazionale del cambiamento di data*, che segue il 180° per circa metà della sua lunghezza e avanza ondeggiando in un senso o nell'altro per la rimanente metà, in modo da non attraversare i territori dei singoli stati.

Il fatto che il 180° meridiano attraversi meno terraferma di qualsiasi altro meridiano sul globo agì in maniera determinante sulla decisione che fece di Greenwich il meridiano fondamentale. Infatti è assolutamente indispensabile che la linea del cambiamento di data sia diametralmente opposta al meridiano fondamentale. Se il meridiano fondamentale passasse, per esempio, per la città di New York, la linea del cambiamento di data taglierebbe in due la Siberia, la Cina, l'Asia sud-orientale: le nazioni attraversate sarebbero costrette a usare due diversi calendari.

L'incostante Terra

Negli ultimi anni sono stati costruiti orologi sempre più precisi, basati su moti più costanti di quelli determinati dai pendoli o dalle molle: gli *orologi elettrici*, azionati dal movimento regolare di una corrente alternata a 60 periodi al secondo. Un altro tipo di orologio, forse an-

cora piú perfezionato, fu costruito per la prima volta nel 1955 e misura il tempo grazie alle oscillazioni di atomi. Il superperfetto *orologio atomico* (chiamato anche *maser*) è garantito al secondo per centinaia di anni. Nel 1960 ne è stato costruito uno che non porterà anticipi o ritardi di piú di un secondo in 30 000 000 di anni.

Una volta in grado di stabilire il tempo con strumenti meccanici di tale precisione, l'uomo ha potuto controllare ancora una volta il moto della Terra confrontandolo con il giorno siderale.

Se il moto rotatorio della Terra fosse perfettamente regolare, giorno siderale e giorno solare coinciderebbero perfettamente. Il che nella realtà non avviene, anche perché lo stesso giorno siderale presenta una durata che non è affatto costante, pur essendo gli sbalzi minimi. Per esempio il giorno siderale può allungarsi o accorciarsi improvvisamente di qualche millesimo di secondo. Naturalmente alterazioni minime come queste non rappresentano un serio problema da un punto di vista pratico, anche se costituiscono un affascinante rompicapo per gli astronomi.

Tornando quindi al giorno solare, si è notato che la sua durata tende insensibilmente ad allungarsi. Il fenomeno è dovuto alle maree. La Luna (e anche il Sole, sia pure in grado minore) attrae le acque degli oceani con la sua forza di gravità. Le acque si gonfiano lievemente sotto il suo influsso e formano delle gibbosità (riscontabili anche sulla faccia della Terra opposta alla Luna) che si spostano intorno al nostro pianeta mentre questo ruota.

Nei mari poco profondi, come il mare di Bering o il mare d'Irlanda, il movimento delle acque fa attrito contro il fondo marino. Questa frizione agisce come una sorta di freno sul moto rotatorio della Terra. Gli

effetti non sono notevoli ma sono comunque sufficienti a causare un aumento, corrispondente a un secondo ogni 100 000 anni, nella durata del giorno.

Vale a dire che 200 000 000 di anni fa, quando i dinosauri cominciavano a diffondersi sulla terra, il giorno forse durava mezz'ora meno di oggi. Dico forse, perché la dimensione e la forma degli oceani sono variate durante i periodi geologici e gli effetti delle maree possono essere stati più o meno intensi.

Per quanto riguarda il problema del tempo giornaliero, possiamo tranquillamente considerare il moto rotatorio della Terra come se fosse costante, mentre astronomi e scienziati progrediscono nelle loro ricerche del tempo esatto che li portarono a definire il secondo (fino al 1960 considerato universalmente $1/86\,400$ della durata del giorno) come $1/31\,556\,952,9747$ dell'anno tropico, dato che questo anno (di cui parleremo più avanti) subisce minori variazioni di tempo che non il giorno. Questo nuovo tipo di secondo è stato chiamato *secondo efemeride*.

Con il 1° gennaio 1972 è entrata in vigore una nuova definizione del secondo basata non su divisioni del giorno o dell'anno ma su una determinata caratteristica fisica dell'atomo del cesio, che dà garanzie assolute di costanza nel tempo. Una volta o due all'anno è ora necessario compensare le piccole differenze che si determinano nella misura del tempo con il nuovo sistema, *ora atomica*, rispetto al precedente che per certe applicazioni viene ancora utilizzato. Le differenze annue sono comunque all'ordine del secondo.

L'INCOSTANTE LUNA

Un corpo celeste che muta forma

Per quanto utili e ben congegnati, il giorno e le sue divisioni non sono sufficienti.

Fin dai tempi piú antichi si avvertí certamente la necessità di intervalli di tempo superiori alle 24 ore e, come i movimenti del Sole diedero origine alla nozione del giorno, cosí venne spontaneo osservare le vicende della Luna, un corpo celeste affascinante non meno del Sole.

La Luna sembra avere circa la stessa dimensione dell'astro del giorno, ma la sua luce è molto meno abbagliante. Sotto alcuni aspetti è anche piú sorprendente, perché cambia forma. Nessuno può fare a meno di notare un fenomeno tanto evidente.

Una sera compare verso il tramonto. È una sottilissima falce d'argento con la curva rivolta a ovest, dove scompare il Sole: la Luna è in fase *crescente*.

Infatti la Luna sembra crescere.

La notte seguente ricompare un po' piú in alto nel cielo, con qualche minuto di ritardo e la falce lievemente piú larga. Di notte in notte la Luna aumenta e sorge sempre piú tardi e piú in alto nel cielo.

Dopo circa una settimana diventa un semicerchio di luce, con la parte arrotondata rivolta sempre a occidente e quella piatta a oriente: *primo quarto* di Luna crescente.

Continua a crescere. Compare dopo al tramonto lievemente piú a ovest e con la parte piatta alterata da una leggerissima gobba.

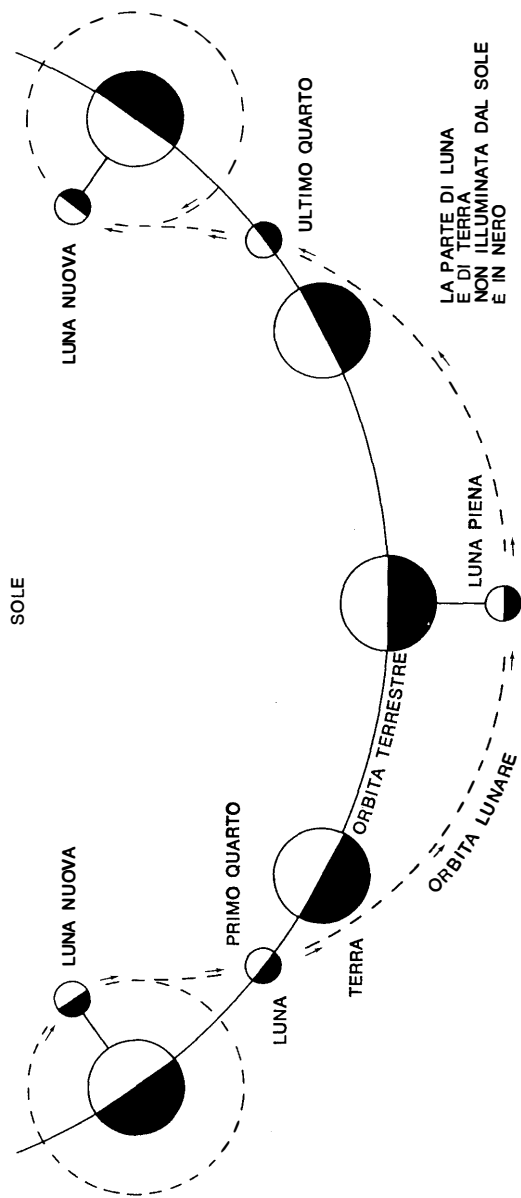
La gobba aumenta finché, dopo circa un'altra settimana, la Luna è un cerchio perfetto di luce, che sorge a est, nel momento in cui il Sole tramonta a ovest. È la *luna piena* o *plenilunio*, che brilla tutta la notte e scompare quando si leva il Sole.

Ma non rimane piena per molto. La notte seguente sorge già un po' piú tardi del tramonto e non è piú un cerchio perfetto. La circonferenza è appiattita sul bordo occidentale, che fino a quel momento si era mostrato costantemente curvo. Ha un'altra volta la gobba, ma dalla parte opposta.

Ventiquattro ore piú tardi il bordo occidentale è ancor meno arcuato e tende ad appiattirsi con il succedersi delle notti, sorgendo sempre un po' piú tardi rispetto al tramonto del Sole. Nel giro di un'altra settimana circa, è di nuovo una mezzaluna, l'*ultimo quarto*, con la parte piatta rivolta verso ovest e la curva verso mezzanotte e attraversa il meridiano del luogo quando sorge il Sole.

La Luna continua a calare e sorge sempre piú tardi, fino a diventare una falce con la curva rivolta verso est (dove il Sole sta per sorgere) e fa la sua comparsa poco dopo l'alba. Infine si assottiglia al massimo e scompare

FASI LUNARI



per un certo periodo di tempo: è il *novilunio* o *luna nuova*.

Ai popoli primitivi questi continui mutamenti dovevano fare l'effetto di un vero e proprio ciclo vitale: la Luna nasceva, cresceva, raggiungeva la maturità, perdeva forza e moriva. La Luna seguente era una sorta di miracolo che continuava a ripetersi. Nel nome che diamo ancora oggi a una delle sue fasi principali, il novilunio, sussiste una eco di quest'antichissima credenza.

Il periodo di tempo che intercorre fra due noviluni dura dai 29 ai 30 giorni e si chiama *mese*.

Ma prima di proseguire, fermiamoci un attimo a considerare le cause che determinano la strana incostanza della Luna.

La Luna e le stelle

Fra tutti i corpi celesti visibili, la Luna è il piú vicino alla Terra e si mantiene a una distanza media di 384 400 km. Il prossimo corpo celeste visibile in ordine di distanza è il pianeta Venere, che non si avvicina mai alla Terra piú di 40 000 000 di chilometri.

Solo grazie a questa vicinanza la Luna ci appare tanto grande: in effetti il suo diametro misura appena un quarto di quello terrestre. Il Sole, invece, che è grande cento volte la Terra ma ne dista 149 597 850 km sembra a noi delle stesse dimensioni della Luna. Per pura coincidenza, dimensioni e distanza si annullano a vicenda: il Sole copre un tratto di cielo di 32 minuti di arco, il tratto coperto dalla Luna ne misura 31.

La Luna è tanto vicina alla Terra da essere attratta nel suo campo di gravità e, di tutti i corpi celesti che vediamo muoversi intorno al nostro pianeta, è l'unico a spostarsi realmente.

Il moto che la Luna compie intorno alla Terra è detto di *rivoluzione*.

Il moto di rivoluzione della Luna non è facile da seguire a causa della rotazione terrestre. Se la Terra fosse immobile, potremmo facilmente osservare gli spostamenti che la Luna compie intorno a noi da ovest verso est, ma anche la Terra ruota e si sposta parimenti da ovest verso est, solo che lo fa a una velocità maggiore.

La Terra e la Luna somigliano a due individui che corrono su due diverse piste circolari aventi lo stesso centro. La Terra (ruotando su se stessa) deve coprire un breve circuito, mentre il circuito della Luna è molto più largo. E così, benché la rivoluzione della Luna si compia a una velocità di due volte e mezzo superiore a quella della rotazione terrestre, la Terra deve compiere un tragitto tanto più breve che può facilmente raggiungerla.

Ne risulta che, sebbene la Luna si sposti da ovest verso est, il moto rotatorio della Terra ha il sopravvento e ci dà l'illusione che la Luna giri nella direzione opposta. La vediamo infatti sorgere a est, avanzare verso ovest e tramontare in questa direzione.

Per comprendere i reali spostamenti della Luna, bisogna confrontarne di notte in notte la posizione con quella delle stelle. Le stelle infatti sono così lontane che occorrono migliaia di anni perché i loro movimenti ci siano percepibili.

I cambiamenti di posizione della Luna rispetto alle stelle ci danno la prova effettiva dei moti compiuti da questa, della loro entità, direzione, velocità.

Osservando la Luna, ci accorgiamo che alla mezzanotte di un certo giorno compare su un dato meridiano con una particolare stella. La mezzanotte seguente la troviamo 13° a est del meridiano dato. Nel corso delle 24 ore la Luna si è spostata di 13° a est rispetto alla stella.

La Luna, spostandosi a una velocità di 13° al giorno, completa un moto di rivoluzione di 360° nel giro di 27 giorni, 7 ore, 43 minuti e 11,5 secondi. Al termine di questo periodo la ritroviamo sul meridiano di partenza insieme alla stella suddetta: questo periodo di tempo viene chiamato *mese siderale*.

Il mese siderale però non corrisponde esattamente al lasso di tempo che intercorre tra una luna nuova e la seguente, né all'intervallo al quale anticamente si era dato il nome di mese. Del resto, neanche il giorno siderale corrisponde a quello che gli antichi chiamarono giorno e che noi continuiamo a indicare con questo nome.

Come è il Sole a determinare la durata del giorno con i suoi successivi passaggi sui meridiani, alla stessa maniera il mese, come attualmente lo intendono gli uomini, è determinato dalla relazione fra la Luna e il Sole e non fra la Luna e le stelle.

La Luna e il Sole

Girando intorno alla Terra, la Luna passa fra questa e il Sole una volta per ogni moto di rivoluzione. In certi casi viene a trovarsi esattamente nel mezzo e il Sole ne è parzialmente o anche interamente nascosto. Si verifica allora un'*eclissi di Sole* o *eclissi solare*; se il Sole è interamente coperto dalla Luna si verifica un'*eclissi totale*. Nella maggior parte dei casi però, la Luna passa lievemente più in alto o più in basso del Sole e non lo nasconde.

Benché alle volte abbia il potere di coprirlo temporaneamente, la Luna non è visibile quando si trova fra la Terra e l'astro del giorno. La Luna è un corpo opaco che splende solo in quanto riflette la luce solare. Quando la Luna si trova fra il Sole e la Terra, la metà che

fronteggia il Sole ne è irraggiata e brilla, mentre la parte di Luna che fronteggia la Terra è buia.

La curva della Luna crescente deve sempre trovarsi di faccia al Sole perché è il Sole a darle luce. Quei pittori che rappresentano una falce di Luna con le due punte rivolte verso il Sole al tramonto, saranno anche buoni artisti, ma certamente ignorano l'astronomia.

La luce accecante del Sole quando è alto nel cielo fa scomparire il debole chiarore della Luna crescente, che diventa visibile solo dopo il tramonto. Siccome in quel momento i due astri sono ancora relativamente vicini, la Luna compare nel cielo un po' più in alto del Sole quando questo sta per scomparire, e scompare a sua volta quasi subito. La Luna si trova leggermente a est rispetto al Sole e, come risultato del moto rotatorio della Terra, sembrano ambedue spostarsi verso ovest, così che la Luna raggiunge l'orizzonte occidentale e tramonta poco più tardi del Sole.

Continuando ad allontanarsi sempre più verso est rispetto al Sole, di notte in notte la Luna ci mostra una porzione sempre maggiore della sua faccia illuminata. Quando raggiunge un punto situato ad angolo retto con la linea di congiunzione Terra-Sole, il che avviene quando la Luna ha compiuto un quarto del suo moto di rivoluzione, vediamo esattamente la metà della faccia illuminata. Della parte di Luna che si trova sempre di fronte alla Terra, la metà esposta ai raggi solari brilla mentre l'altra metà è oscura.

Seguitando ad allontanarsi verso est rispetto al Sole, la Luna ci mostra una porzione sempre maggiore della sua faccia illuminata, e infine raggiunge quel lato della Terra che è diametralmente opposto al Sole. In alcuni casi la Luna entra nel cono d'ombra proiettato dalla Terra. Si verifica allora un'*eclissi di Luna* o *eclissi lunare*. Nella maggior parte dei casi va precisato però che la

Luna passa un po' piú in alto o un po' piú in basso del cono d'ombra che la Terra proietta nello spazio, e pertanto il nostro satellite non ne rimane oscurato.

Giunta a questo punto, la Luna fronteggia contemporaneamente Terra e Sole. La sua faccia a noi visibile è interamente illuminata e abbiamo la luna piena. Inoltre, essendo in posizione diametralmente opposta al Sole, la Luna si trova sull'estremo limite orientale dell'orizzonte mentre il Sole è sull'estremo limite occidentale. Ecco perché la luna piena sorge al tramonto e, naturalmente per lo stesso motivo, tramonta quando l'alba comincia a spuntare.

A mano a mano che il moto di rivoluzione continua, la metà illuminata della Luna comincia a decrescere. Il tratto di circonferenza che è comparso per primo e che finora è rimasto immutato si appiattisce insensibilmente. La Luna continua a mutare forma, ma in senso e direzione inversi.

Abbiamo così due mezzelune: una che sta per diventare Luna piena e l'altra che sta per scomparire e tornare poi come Luna nuova. Sui calendari, generalmente queste due posizioni vengono indicate, la prima come primo quarto e la seconda come ultimo quarto. Non sembri strano che una mezzaluna venga chiamata « quarto ». Se si tiene conto della parte che non possiamo vedere, la metà della faccia illuminata della Luna a noi visibile è in effetti un quarto dell'intera superficie lunare.

Un particolare interessante a questo proposito è che il moto di rivoluzione della Luna intorno alla Terra si compie per metà durante la notte e per la rimanente metà (fase calante) durante il giorno. Capita infatti di vedere la Luna anche di giorno.

A ogni modo, quando l'oscurità cessa il chiarore lunare annega nella luce del Sole e la Luna ci appare co-

me una leggera macchia bianca. È di notte che, in mancanza di concorrenza, lo splendore della Luna domina incontrastato.

Il nostro mese

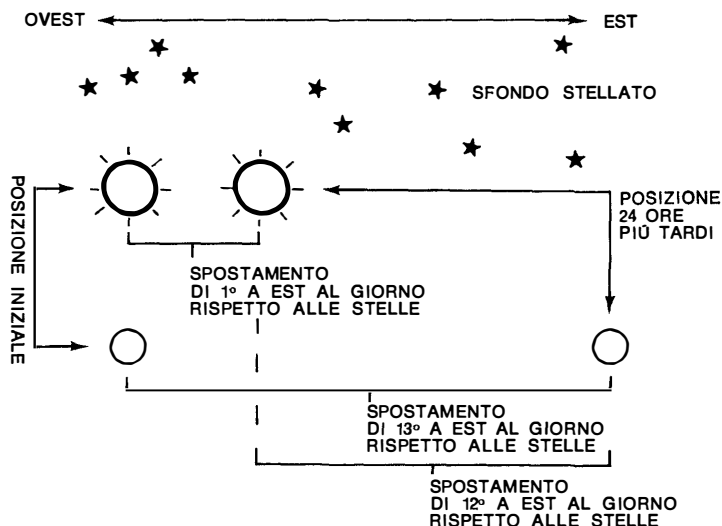
Abbiamo una luna nuova ogni volta che, viaggiando da ovest verso est fra le stelle, la Luna passa fra noi e il Sole. Se il Sole si muovesse insieme con le stelle ciò accadrebbe esattamente ogni 27 giorni 7 ore 43 minuti e 11,5 secondi, la durata di un mese siderale.

Il Sole non si muove al ritmo delle stelle, ma, per ragioni che vedremo più avanti, si sposta verso est a una velocità inferiore a 1° per ogni 24 ore rispetto a queste. Nel corso delle stesse 24 ore la Luna ha compiuto un tragitto corrispondente a 13° verso est rispetto alle stelle. Relativamente al Sole quindi, si sposta di 12° verso est.

Dati i suddetti rapporti di velocità fra stelle, Sole e Luna, questa ogni giorno dovrebbe acquistare un vantaggio minore sia rispetto al Sole che rispetto alle stelle. In parole povere, immaginando Sole, stelle e Luna come tre individui che corrono contemporaneamente su tre circuiti diversi, la Luna dovrebbe impiegare più tempo a guadagnare un « giro di pista » sul Sole che non sulle stelle. Per guadagnarlo dovrebbe percorrere una circonferenza intera di 360° a una velocità di 12° al giorno: essa guadagnerebbe così il vantaggio di un intero giro di pista in $360/12^\circ$, cioè in 30 giorni. In effetti il vantaggio acquisito dalla Luna supera leggermente i 12° al giorno, e di conseguenza la Luna guadagna il suo giro di pista in 29 giorni 12 ore 44 minuti e 3 secondi.

Questo è il periodo che intercorre fra una Luna nuo-

MOTI APPARENTI DEL SOLE E DELLA LUNA



va e la seguente e che venne usato in pratica come unità di misura del tempo per migliaia di anni. Anticamente il controllo del tempo era affidato al clero: un'assemblea di preti e di funzionari religiosi chiamata sinodo. Erano i sinodi a stabilire quando sarebbe comparsa la Luna nuova. Il termine *sinodo* può riferirsi anche all'incontro del Sole con la Luna, perché è appunto da questo incontro che nascono la luna nuova e l'inizio del mese. In ambedue i casi il periodo fra una luna nuova e la seguente viene indicato con il termine *mese sinodico*. Si chiama anche *mese lunare* o *periodo di lunazione*.

Quando l'astronomia babilonese ebbe raggiunto un certo livello e dopo un accurato studio della Luna, fu certamente possibile predire in anticipo quando sareb-

be comparsa ogni luna nuova. Ma per molti secoli restò l'uso di tenere una persona addetta a scrutare il cielo appositamente per annunciare la comparsa della luna nuova.

Nell'antica Roma, per esempio, il pontefice massimo compiva un rituale apposito per l'osservazione del cielo e all'apparire della luna nuova veniva proclamato solennemente l'inizio del nuovo mese. In latino « proclamare » si dice *calare*, cosicché il primo giorno di ogni mese fu chiamato *calendae*, da cui deriva il nostro *calendario*, che in effetti non è che una tabella con l'indicazione del succedersi dei vari mesi.

I romani dividevano il mese con un sistema alquanto complesso di conto. Il giorno che cadeva a metà o pressoché alla metà del mese (vale a dire il quindicesimo giorno per i mesi di marzo, maggio, luglio e ottobre e il tredicesimo per tutti gli altri mesi) era chiamato *idi*. Famose sono le idi di marzo, in cui Giulio Cesare venne assassinato. Il nono giorno prima delle idi, comprendendo le idi nel conto, si chiamava *nono*. Le *none* cadevano il settimo giorno nei mesi di marzo, maggio, luglio e ottobre e nel quinto gli altri mesi.

I romani contavano all'indietro partendo da questi giorni chiave. Dicevano per esempio che un certo fatto era accaduto nel terzo giorno prima delle idi del tal mese o del tal altro o il secondo giorno prima delle none o il dodicesimo prima delle calende.

Un sistema veramente complicato del quale per fortuna non è rimasta traccia. Oggi contiamo semplicemente i giorni del mese a partire dal primo fino all'ultimo.

I babilonesi invece dividevano il mese secondo un sistema che sussiste ancora ai nostri giorni. Calcolavano i cambiamenti di forma della Luna e in particolar modo quelli più notevoli: luna nuova, primo quarto, luna piena, ultimo quarto. Questi cambiamenti sono in-

dicati con il termine *fasi*, che deriva dal greco e significa « aspetti ».

Il periodo fra l'inizio di due fasi consecutive (dalla luna nuova al primo quarto, dal primo quarto alla luna piena, dalla luna piena all'ultimo quarto e dall'ultimo quarto alla luna nuova) corrisponde a un quarto del mese sinodico e dura 7 giorni 9 ore e 11 minuti. Il numero intero più vicino è il 7, che da molti popoli antichi era considerato un numero magico. Così i babilonesi dividevano il mese in periodi di 7 giorni. Con ogni probabilità il 7 era considerato magico proprio in relazione alle fasi della Luna.

Questo periodo di 7 giorni prese il nome di *settimana*.

I giorni della settimana

Dividere il mese in periodi di sette giorni esatti non è preciso, perché trascura quelle frazioni di tempo che, accumulate alla fine del mese formano un periodo ulteriore di circa un giorno e mezzo.

Forse fu proprio a causa di questa inesattezza che poche popolazioni dell'antichità accettarono la divisione in cicli di sette giorni istituita dai babilonesi.

Uno dei popoli che la adottò fu il popolo ebraico, probabilmente durante il periodo in cui fu prigioniero a Babilonia nel VI secolo a.C. Ma gli ebrei diedero alla settimana anche un significato profondamente religioso: essi fecero del settimo un giorno sacro dedicato al Signore, nel corso del quale non poteva venir concluso alcun affare. Il settimo giorno finì quindi per essere considerato un giorno di riposo oltre che un giorno di preghiera. Gli ebrei lo osservano ancora ed è il sabato, che in ebraico si dice *Shabbat* cioè « riposo ».

L'equivalente del *Shabbat* nelle religioni cristiane è

la domenica, il giorno in cui Cristo risorse. I primi cristiani fecero della domenica l'inizio della settimana (e questa usanza è rimasta tuttora presso i popoli anglosassoni) e un giorno speciale dedicato all'osservanza dei precetti religiosi. Alcune sette cristiane hanno ridato al sabato la funzione di *Shabbat*. Questi, insieme con gli ebrei, possono essere definiti con il termine generico di *sabatariani*.

E così un giorno ogni sette divenne tanto intimamente legato all'osservanza delle pratiche religiose che la divisione del mese in settimane fu mantenuta. Inoltre, quando i primi cristiani diffusero il loro credo nel mondo, la settimana entrò in uso anche presso i greci e i romani, che nel periodo precristiano non la conoscevano affatto. Fu Costantino, il primo imperatore favorevole al cristianesimo, a introdurla nel calendario romano.

Nonostante l'intima connessione esistente fra religione e divisione settimanale, quasi tutti i giorni della settimana sono di origine pagana, e più precisamente romana.

I romani usavano porre ogni ora del giorno sotto la protezione dei maggiori corpi celesti; il Sole, la Luna e i cinque pianeti conosciuti, Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno, enumerandoli nella successione secondo quella che allora era considerata la loro progressiva distanza dalla Terra, cioè indicando per primo il più lontano: Saturno, Giove, Marte, Sole, Venere, Mercurio e Luna. Il corpo celeste alla cui protezione era affidata la prima ora di un determinato giorno era considerato protettore dell'intero giorno. A Saturno era affidata la prima ora del primo giorno, che prese quindi il nome di *dies Saturni*, « giorno di Saturno »; a Giove la seconda ora, a Marte la terza, al Sole la quarta e così via. In tale modo la ventiquattresima ora appare chiaramente sotto la protezione di Marte, mentre la prima ora del secondo gior-

no è sotto la protezione del Sole. Il secondo giorno diventa quindi il *dies Solis*, « giorno del Sole ». Gli altri seguono in ordine: *dies Lunae*, « il giorno della Luna », *dies Martis*, « il giorno di Marte », *dies Mercuri*, « il giorno di Mercurio », *dies Jovis*, « il giorno di Giove », e *dies Veneris*, « il giorno di Venere ».

L'origine pagana dei nomi di alcuni giorni della settimana, è riconoscibile sia in italiano sia in francese: martedì e *mardi*, mercoledì e *mercredi*, giovedì e *jeudi*, venerdì e *vendredi*. Domenica deriva dalla parola latina *domenicus* che significa « del Signore », è quindi « il giorno del Signore ». Nei paesi anglosassoni la settimana inizia con la domenica e finisce con il sabato, rifacendosi alla tradizione ebraica di porre appunto il sabato (il « giorno del riposo ») alla fine del ciclo settimanale.

I nomi inglesi di alcuni giorni della settimana derivano da quelli di divinità nordiche adorate dagli anglosassoni nel periodo precristiano: nel martedì inglese, *Tuesday*, ritroviamo Tiw, il dio della guerra; nel mercoledì, *Wensday*, Woden o Odino, il re degli dei nordici; nel giovedì, *Thursday*, Thor, il dio dei fulmini e delle tempeste. *Friday*, infine, il nostro venerdì, ha due possibili derivazioni: può venire da Frigga, la moglie di Odino e regina degli dei o da Freia, la dea nordica della bellezza.

Il venerdì è considerato per tradizione un giorno infausto, nonostante, sia in italiano, sia in francese, sia in inglese, il suo nome derivi da quelli della divinità (Venere e Freia) della bellezza e dell'amore. Forse la sua cattiva fama si deve al fatto che Cristo fu crocifisso proprio di venerdì. Ma anche il numero, e di conseguenza il giorno, 13 sono spesso ritenuti infausti. Forse perché all'Ultima Cena erano presenti 13 convitati: Cristo e i 12 apostoli. Venerdì 13 dovrebbe essere quindi il più

disgraziato di tutti i giorni. Ogni anno presenta almeno un venerdì 13 e in certi, come nel 1959, ne capitano addirittura tre.

I nomi tedeschi dei giorni della settimana somigliano a quelli inglesi, sia pur con qualche variante. L'inglese *Friday* (venerdì) diventa *Freitag* (*Tag* in tedesco significa giorno). Il giovedì (in inglese *Thursday*), è *Donnerstag* (*Donner* in tedesco significa tuono ed è il corrispondente germanico del nome di Thor). *Tuesday*, il nostro martedì, in tedesco diventa *Dienstag*, derivato da *Dieg* che è il nome germanico di Tiw.

Stranamente i tedeschi sembrano aver dimenticato proprio Wotan, la più importante divinità della loro mitologia. Essi chiamano il mercoledì *Mittwoch*, che significa semplicemente « metà settimana ».

Il sabato in tedesco corrisponde a *Samstag*, ma viene spesso chiamato anche *Sonnabend* che significa « domenica sera »: probabilmente questo nome è una eco della norma vigente nei tempi in cui si faceva iniziare il giorno al tramonto, cosicché quando si diceva « sabato sera » si intendeva in effetti « domenica sera ».

IL SOLE NEL SUO VIAGGIO DA OVEST A EST

Il ciclo dei climi stagionali

Il mese come intervallo di tempo piú lungo sia del giorno sia della settimana fu sufficiente finché l'uomo visse di caccia, nonostante anche allora certamente l'alternarsi di periodi caldi e di periodi freddi, di periodi piovosi e di periodi secchi, avrà in qualche modo influito sulle sue attività di cacciatore. Ma con il sorgere delle prime comunità agricole, conoscere con una certa precisione il succedersi dei climi dei vari mesi divenne di fondamentale importanza.

La coltivazione della terra, infatti, non può prescindere dalle variazioni climatiche dei vari mesi. Se la terra non è seminata nel periodo adatto, essa non darà alcun frutto, e prima di preparare il terreno per la semina, l'agricoltore deve sapere quando e come il Sole e la pioggia si alterneranno nei mesi che verranno. In altre parole, deve conoscere il variare delle *stagioni*.

Noi distinguiamo quattro stagioni: *inverno, primavera, estate, autunno*.

L'inverno si distingue dalle altre stagioni per il clima freddo che porta neve e ghiaccio. La terra e gli alberi sono spogli, la durata del dì è molto breve mentre quella della notte è lunga. Il mondo sembra aver cessato di vivere.

Ma poi viene la primavera e l'aria comincia a scaldarsi. Le giornate si allungano, la neve si scioglie e cominciano a spuntare le prime gemme.

Ed ecco l'estate con i suoi lunghi giorni, le sue brevi notti e il caldo: il mondo è in piena fioritura.

Infine, con l'autunno, il caldo comincia a diminuire. Le giornate si accorciano mentre le notti si fanno più lunghe, i frutti maturi cadono dai rami e il mondo sembra avviarsi lentamente a un letargo totale.

Dopo l'autunno torna l'inverno e il ciclo stagionale riprende daccapo.

Gli uomini capirono fino dagli inizi che la primavera era la stagione adatta per piantare perché a essa seguivano giornate lunghe e calde, mentre in autunno, quando le messi erano mature, era tempo di raccogliere, anche in vista del freddo e dell'inverno.

La primavera era una stagione gaia che annunciava la fine del lungo sonno della natura. L'autunno era gioioso e attivo (quando le sementi avevano germogliato bene) perché un buon raccolto rappresentava la sicurezza per l'inverno.

Le comunità agricole celebrano solenni festività in queste stagioni. Negli Stati Uniti, per esempio, viene dato un particolare rilievo al *Thanksgiving* (giorno del ringraziamento) che cade in autunno. I *Pilgrims*, che furono i primi coloni puritani d'America e che si stabilirono nella Nuova Inghilterra intorno al 1600, diedero origine a questa ricorrenza dedicando una giornata

al ringraziamento del Signore per il buon raccolto concesso.

La Pasqua, a tutti gli effetti una solennità religiosa che commemora la resurrezione di Cristo, cade non a caso nello stesso periodo dell'anno in cui anticamente si festeggiava la primavera. In alcune lingue, come per esempio quella inglese, il suo nome deriva infatti da quello di una divinità pagana della primavera. (In inglese Pasqua si dice *Easter* e la divinità corrispondente nella mitologia nordica è Eostre.)

Il ciclo intero delle quattro stagioni si chiama *anno*.

Gli antichi agricoltori non dovettero impiegare molto tempo a notare che durante ogni stagione poteva venir calcolata una durata di tre mesi. Ne conseguì che, essendo le stagioni quattro, l'anno nel suo totale contava dodici mesi.

Questa nozione si è mantenuta inalterata fino ai nostri giorni ed è stata adottata da quasi tutti i popoli della terra. Comunque, anche il numero 12 deve aver avuto la sua influenza in merito perché, come abbiamo già avuto modo di notare, è un ottimo numero con cui lavorare.

I mesi dell'anno

Ogni mese ebbe il suo nome, come i giorni della settimana, e i nomi da noi usati derivano dal latino.

Gli antichi romani facevano iniziare ufficialmente l'anno con la primavera e diedero al primo mese il nome di *Martius* (il nostro marzo) da Marte, il dio della guerra. Ad essi che avevano una speciale venerazione per questa divinità dovette sembrare particolarmente di buon auspicio porre l'inizio dell'anno sotto la sua protezione.

Seguivano *Aprilis*, *Maius* e *Iunius*, i nostri aprile,

maggio e giugno. Con ogni probabilità aprile deriva da una parola latina che significa « aprire », infatti in questo mese i germogli si schiudono. Maggio deriva da Maja, la dea della crescita, e giugno da Iuno, la dea protettrice del matrimonio e della famiglia, due buone signore cui affidare la tutela dei dolci mesi di primavera. Giugno è considerato ancora da molti il mese dei matrimoni.

I romani si limitarono poi semplicemente a numerare gli altri mesi da cinque a dieci (il calendario romano prevedeva in origine solo 10 mesi) usando ovviamente dei derivati dai numeri latini: *Quintilis* (il quinto mese), *Sextilis* (il sesto), *September* (il settimo), *October* (l'ottavo), *November* (il nono) e *December* (il decimo).

In un secondo tempo, il nome del quinto mese fu cambiato in *Iulius*, in onore di Giulio Cesare che aveva riformato il calendario romano, e da *Iulius* deriva il nostro luglio. A Giulio Cesare successe il nipote Cesare Augusto, che fu pure onorato con un mese. *Sextilis* diventò *Augustus* che dà origine al nostro agosto.

Gli altri nomi derivati dai numeri sono arrivati fino a noi quasi immutati: settembre, ottobre, novembre, dicembre.

Secondo un'antica leggenda, Numa Pompilio, il secondo re di Roma, aggiunse in seguito altri due mesi: *Ianuarius* e *Februarius* che si sono tramutati in gennaio e febbraio.

Gennaio prende nome da Giano, il dio bifronte che guarda contemporaneamente avanti e indietro: un'ottima divinità da scegliere per un mese che contempla da vicino la fine del vecchio anno e ne inizia uno nuovo. Forse fu proprio grazie a questa considerazione che i romani a un certo punto spostarono l'inizio dell'anno da marzo a gennaio. Ma potrebbe anche essere accaduto l'inverso, e cioè che prima abbiano spostato l'inizio del-

l'anno e poi abbiano dato al mese un nome appropriato.

Comunque, l'abitudine di iniziare l'anno con gennaio si è mantenuta fino ai nostri giorni, come pure i nomi dei mesi che derivano dai numeri, anche se con l'aggiunta dei due mesi iniziali essi hanno perso il loro significato originario. Il settimo mese, settembre, è diventato in realtà il nono; ottobre, l'ottavo mese, è ora il decimo; novembre, il nono mese, risulta essere l'undicesimo; fino ad arrivare a dicembre, che non è più il decimo mese della serie, ma il dodicesimo.

Per finire con le etimologie dei mesi, diremo che febbraio deriva dalla parola latina *februus*, che significa « purificante », perché in febbraio si celebrava la festa della Purificazione.

Ma è giunto il momento di tornare all'orologio su cui viviamo, la Terra, e di vedere come avvengono le stagioni nel corso dell'anno.

L'irraggiungibile Sole

Finora ho parlato della Terra come di un corpo che ruota su se stesso nello spazio, ma altrimenti immobile. Questo non corrisponde alla realtà. La Terra, oltre al moto di rotazione su se stessa, compie altri moti: gira per esempio intorno al Sole completando una *rivoluzione* in un periodo di tempo corrispondente al ciclo delle quattro stagioni. Il tempo di rivoluzione della Terra intorno al Sole viene da noi chiamato *anno*.

Immaginiamo la Terra, mentre ruota su se stessa nello spazio, con un'asta sporgente da un determinato punto della sua superficie che giri insieme con essa. All'inizio di una rotazione, l'asta punta esattamente sul centro del Sole e verso una stella che possiamo immaginare situata nella stessa direzione e quindi dietro al Sole. La

Terra compie uno dei suoi quotidiani moti di rotazione da ovest verso est, l'asta gira insieme con la Terra, e al termine della rotazione punta di nuovo verso la stella.

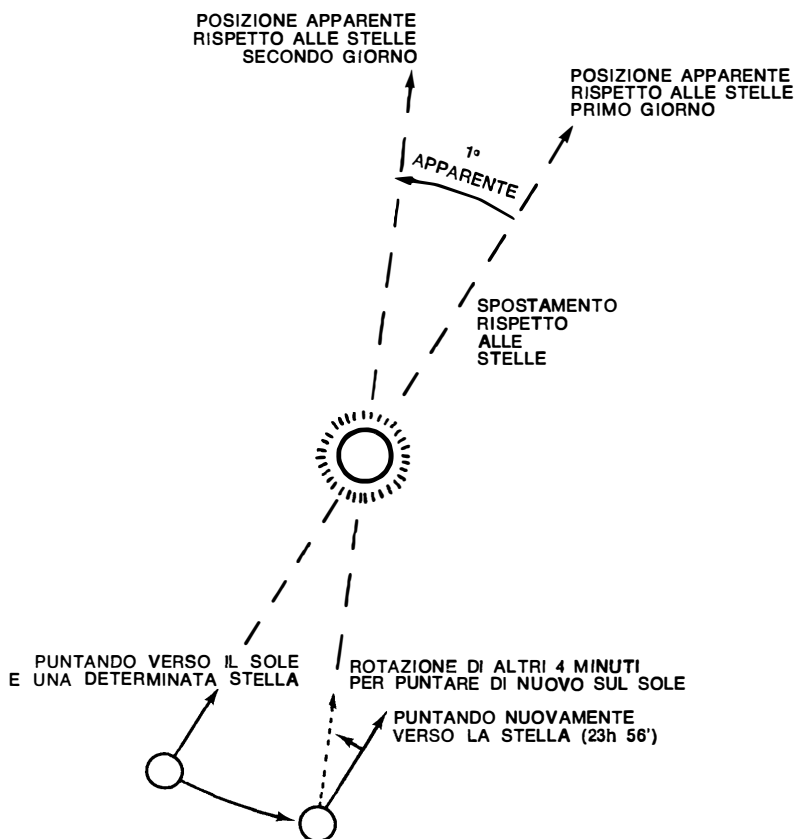
Nello stesso tempo, la Terra ha però percorso anche un tratto del suo moto di rivoluzione intorno al Sole. Il moto di rivoluzione si compie nello stesso senso di quello rotatorio.

Il breve tratto di rivoluzione percorso dalla Terra nel periodo di tempo equivalente a una sola rotazione non porterà differenze notevoli rispetto alla stella che è tanto lontana, ma sembrerà che il Sole, molto più vicino della stella, sia scivolato lievemente indietro rispetto alla stella. Può esservi capitato di notare un fenomeno simile guardando fuori del finestrino di un treno in corsa. Una cosa molto lontana sull'orizzonte dà l'impressione di mantenere inalterata la sua posizione rispetto al resto del panorama, una cosa vicina sembra invece indietreggiare rispetto a elementi più lontani del paesaggio.

Quindi, quando l'asta immaginaria sporgente dalla superficie terrestre punterà per la seconda volta sulla stella, il Sole sembrerà essersi spostato lievemente indietro (e precisamente verso est). La Terra dovrà ruotare per altri quattro minuti prima che l'asta punti di nuovo sul Sole. Questi quattro minuti corrispondono alla differenza di tempo esistente fra giorno siderale e giorno solare, di cui abbiamo già parlato. Un orologio costruito in modo da segnare 24 ore brevi, cioè di una durata tale da dare nel loro complesso la durata di un giorno siderale, anticipa 4 minuti al giorno e un giorno intero per ogni anno rispetto a un normale orologio. In base a questo orologio, una data stella si trova allo zenit ogni giorno alla stessa ora (*ora siderale*).

Secondo lo stesso principio, la Luna può iniziare un moto di rivoluzione intorno alla Terra da un punto tale che, se si tracciasse una linea di congiunzione Terra-

MOTO APPARENTE DEL SOLE



Luna, questa linea proseguendo punterebbe sul centro del Sole e, oltre questo, sulla stella situata dietro al Sole. Anche la Luna compie il suo moto di rivoluzione intorno alla Terra in senso inverso a quello delle lancette di un orologio. La linea immaginaria tracciata fra Ter-

ra e Luna punterà nuovamente sulla stella dopo 27 e $\frac{1}{3}$ giorni, cioè quando la Luna avrà compiuto un intero moto di rivoluzione. Il Sole però avrà subito un ulteriore e più spiccato spostamento indietro, derivato dal tratto di rivoluzione che la Terra avrà percorso nel frattempo, dato che la Luna accompagna la Terra mentre questa gira intorno al Sole. A causa dello spostamento indietro del Sole, la Luna dovrà viaggiare nella sua orbita per altri due giorni prima di ritrovarsi allineata con il Sole. La differenza fra mese siderale e mese sinodico nasce proprio da questo.

Esiste anche un'altra discrepanza che può venire imputata, almeno in parte, al moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole. Come abbiamo già spiegato, la Terra ruota sul suo asse a una velocità quasi perfettamente costante; ma non si può dire la stessa cosa per quanto riguarda il moto di rivoluzione.

La velocità di rivoluzione sarebbe costante se la Terra girasse intorno al Sole disegnando una traiettoria perfettamente circolare, ma non è così. Il percorso della Terra è ellittico. Ciò significa che in certi momenti la Terra viene a trovarsi più vicina al Sole che in altri (nella misura di circa il tre per cento). Quando la Terra è vicina al Sole si sposta a una velocità maggiore di quando ne è lontana.

Quando la velocità della Terra è maggiore, il Sole sembra spostarsi verso est più del consueto. Il suo apparente moto verso ovest nel cielo subisce un rallentamento e il Sole attraversa il meridiano in ritardo. Quando la velocità della Terra è minore, accade l'inverso: il Sole si sposta meno sensibilmente verso est, riguadagna terreno nel suo apparente viaggio quotidiano verso ovest e attraversa più presto il meridiano. Questo è il motivo per cui il Sole a volte raggiunge lo zenit con un certo anticipo sull'orologio e altre con un certo

ritardo. Per questa ragione si è pensato di ricorrere alla convenzione internazionalmente accettata del cosiddetto sole medio.

Cartografia stellare

I primi astronomi, pur non avendo nozione alcuna dei moti della Terra intorno al Sole, avevano però notato la differenza fra giorno siderale e giorno solare. Il primo dura 23 ore e 56 minuti. Ciò significa che una data stella che attraversi il meridiano alla mezzanotte precisa di una data notte, lo attraverserà alle 23,56 la notte seguente e alle 23,52 la notte ancora successiva.

Naturalmente gli antichi non avevano a disposizione orologi capaci di misurare la durata del giorno siderale indicando il momento esatto in cui una data stella attraversava il meridiano una notte dopo l'altra. Osservando il cielo attentamente però, non poterono fare a meno di notare la differenza di tempo negli attraversamenti del meridiano da parte della stella in questione, tanto questa si faceva evidente con il passare del tempo. Una stella che nel mese di marzo aveva attraversato il meridiano verso la mezzanotte, in giugno lo attraversava poco dopo il tramonto. Non c'era bisogno di orologi per capire che la stella stava cambiando posizione rispetto al Sole.

Ogni notte le stelle, tutte le stelle, sembrano scivolare sempre più a ovest. L'intera volta celeste (fatta eccezione per il Sole, la Luna e i pianeti) sembra spostarsi in questo senso come se fosse tutta compatta.

Le stelle, naturalmente, sono visibili in ogni momento, ma solo nella metà di cielo opposta a quella in cui si trova il Sole. Nella metà illuminata dal Sole è giorno e le stelle si spengono, offuscate dalla luce solare. Co-

munque, a mano a mano che con il passare dei giorni la volta celeste scivola lentamente verso ovest, sempre nuove stelle, che prima erano nascoste nella metà di cielo illuminata, compaiono a est dopo il tramonto, mentre vecchie stelle scompaiono all'alba entrando nella metà di cielo dove sorge il Sole.

Le stelle contemplate all'inizio ricompaiono dopo che l'intera volta del cielo ha compiuto un giro completo intorno a noi. Per compiere questo giro, la volta celeste impiega un anno. Osservando il cielo ogni notte per un anno, si potranno vedere tutte le stelle sfilare una dopo l'altra attraverso l'intero circuito del cielo.

È quindi possibile costruire il modellino di una sfera e disegnarvi la posizione esatta delle stelle, anche se possiamo vederne solo una metà alla volta. Questo tipo di mappa stellare viene chiamato *globo celeste* o *sfera celeste*.

Solo all'equatore è possibile vedere l'intera volta del cielo nel corso di un anno. Da qualsiasi altro punto della Terra si guardi, parti del cielo rimangono nascoste. Più ci si allontana dall'equatore, più la porzione nascosta si allarga. Al polo Nord e al polo Sud una buona metà del cielo non è mai visibile.

È possibile rilevare la posizione del Sole sul globo celeste, di giorno in giorno. Noi non lo vediamo mai insieme con le stelle perché il suo splendore offusca quello di qualsiasi altro astro. La posizione del Sole si stabilisce quindi osservando quali stelle passino sullo zenit alla mezzanotte di una data notte: nello stesso momento il Sole si troverà sul meridiano diametralmente opposto. È un sistema equivalente a quello grazie al quale è possibile stabilire che il Sole si trova sul 180° meridiano quando è mezzanotte sul meridiano fondamentale, situato dalla parte opposta del globo terrestre. Misurando l'esatta posizione del Sole al di sopra del-

l'orizzonte meridionale a mezzogiorno, si può anche calcolare in che punto del meridiano esso si trovi.

Con questo sistema si può rilevare ogni giorno la posizione del Sole sul globo celeste e, rilevandola, scopriremo che il Sole compie un giro completo in $365 \frac{1}{4}$ giorni solari. Un anno solare comprende $366 \frac{1}{4}$ giorni siderali: vale a dire che nel giro di un anno, i 4 minuti di differenza quotidiani sommati insieme, formano un giorno.

Come abbiamo già visto, osservando il Sole nel cielo gli antichi erano convinti che i suoi spostamenti non fossero solo apparenti. Erano convinti che il Sole si muovesse compiendo ogni anno un giro completo intorno alla Terra.

È piuttosto difficile misurare con esattezza il tempo di rivoluzione della Terra senza aver fatto precedere i calcoli da osservazioni ben precise. Gli antichi babilonesi ritenevano che durasse 360 giorni. Avrebbero potuto raggiungere risultati più soddisfacenti (dato che nella stessa epoca i calcoli degli astronomi egiziani davano 365 giorni) ma forse il loro era un errore deliberato.

Il 360 è un numero estremamente comodo da un punto di vista matematico: lo si può dividere, senza risultati frazionari, per 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 20, 24, 30, 36, 40, 45, 60, 72, 90, 120, 180. Il 365 invece è divisibile solo per 5 e per 73. I babilonesi potrebbero aver deciso per comodità di basare i calcoli su un numero tanto facilmente maneggiabile.

Una volta deciso che un anno era composto di 360 giorni, i babilonesi possono essersi fissati su questo numero per dividere i cerchi e le sfere in 360 gradi. In base a questa divisione, il Sole si sposterebbe verso est (relativamente alle stelle) alla velocità di 1° al giorno. Dato che per compiere il suo giro impiega invece 365 giorni e non 360, il Sole si muove alla velocità reale di

59 minuti e 10 secondi (abbreviato: 59'10'') al giorno, tempo che, peraltro, si avvicina notevolmente a 1° (cioè a 60').

Lo zodiaco

Se con una linea immaginaria tracciamo il percorso seguito dal Sole sulla volta celeste, otterremo quella che viene definita *eclittica*. L'origine di questo termine ha a che fare con la Luna.

Anche il percorso seguito dalla Luna infatti rispetto alle stelle può essere tracciato sullo sfondo della volta celeste. I due percorsi – della Luna e del Sole – si intersecano in due punti situati agli estremi opposti della volta celeste. Questi punti di incrocio si chiamano *nodi*, dato che un nodo è formato dall'unione di due linee.

Quando la Luna nella fase di novilunio si trova allineata con il Sole esattamente su uno dei nodi o nelle vicinanze di esso, i due corpi occupano contemporaneamente la stessa posizione nel cielo e la Luna oscura il Sole, parzialmente o totalmente, provocando un'*eclissi*, cioè, con un termine che deriva dal greco, una « estromissione » del Sole dalla volta celeste. Siccome l'eclissi può verificarsi solo in questi casi, la linea di percorso del Sole è stata chiamata eclittica.

L'eclittica attraversa alcuni gruppi di stelle che a noi sono quindi più familiari di altri.

I primi babilonesi che osservarono il cielo non si contentarono di osservare le stelle come puri e semplici punti di riferimento luminosi, ma le unirono fra loro mentalmente in modo da formare disegni geometrici. Ancora oggi riusciamo difficilmente a esimerci dal farlo quando osserviamo il cielo, e andiamo a cercare il carro dell'Orsa Maggiore (formato da sette stelle che, se unite fra

loro, ricordano la forma di un carro con il timone), quello simile dell'Orsa Minore, la Croce del Sud, il Grande Quadrato (cinque stelle molto brillanti che formano una W) e così via. Similmente anche i cinesi, i greci e molti altri popoli antichi tracciarono disegni in base alle stelle. Ma le immagini arrivate fino a noi ci sono state tramandate dai greci.

Avendo più immaginazione di qualsiasi altro gruppo etnico precedente o successivo, i greci riempirono il cielo di tori, serpenti, coppe, lire e uomini, che disegnarono unendo fra loro con linee immaginarie le varie stelle di ogni gruppo.

I gruppi di stelle unite fra loro in modo da formare delle figure immaginarie si chiamano *costellazioni*.

L'eclittica dunque passa attraverso dodici di queste costellazioni. Perché proprio dodici? Oserei dire che la cosa fu ordinata in modo da consentire al Sole di passare attraverso a non più di una costellazione al mese. Le costellazioni attraversate dal Sole sono, in ordine (e dando a ognuna il nome latino insieme con quello italiano): *Aries*, Ariete; *Taurus*, Toro; *Gemini*, Gemelli; *Cancer*, Cancro; *Leo*, Leone; *Virgo*, Vergine; *Libra*, Bilancia; *Scorpio*, Scorpione; *Sagittarius*, Sagittario; *Capricornus*, Capricorno; *Aquarius*, Acquario; *Pisces*, Pesci.

Siccome la maggior parte delle costellazioni rappresenta degli animali, il complesso di esse venne chiamato *zodiaco*, da una parola greca che significa « circolo di animali ».

Il percorso della Luna sullo sfondo della volta celeste, benché non identico a quello del Sole, passa pure attraverso le dodici costellazioni. Ma vi sono anche altri cinque corpi celesti, più brillanti delle stelle e dotati di luce fissa benché riflessa, che si spostano verso est sullo sfondo stellare: sono i cinque pianeti visibili a

occhio nudo: Mercurio, Venere, Marte, Giove, Saturno. Hanno ognuno un proprio percorso distinto, ma che si mantiene costantemente entro la fascia dello zodiaco.

Gli antichi credevano che i corpi celesti dotati di movimento (il Sole, la Luna e i pianeti) avessero una sorta di influenza sugli esseri umani e che la posizione del Sole rispetto allo zodiaco all'ora della nascita di un individuo ne influenzasse il carattere: una determinata persona era considerata in tal modo un Toro, un Leone, e questo avrebbe dovuto implicare un particolare significato rispetto al suo carattere, mentre la posizione della Luna e dei pianeti all'atto della nascita avrebbe implicato ben precise conseguenze sul suo destino. Il risultato ottenuto da un insieme di calcoli e osservazioni in questo senso si chiamava *oroscopo*. Il termine oroscopo deriva dal greco e significa « osservare l'ora », cioè i pianeti, la Luna e il Sole al momento della nascita.

Questo modo di predire la sorte si chiama *astrologia*, ai nostri giorni tornata d'attualità più che mai tanto da indurre la maggior parte dei giornali, quotidiani e periodici, a riservare una rubrica apposta ai pronostici astrologici. Per non parlare della stampa specializzata esclusivamente in questa materia.

Comunque, nei tempi antichi, è all'astrologia che va il merito di aver fatto progredire quello che è lo studio strettamente scientifico degli astri, cioè l'*astronomia*. Non dimentichiamo, per esempio, che persino uno fra i primi veri astronomi della storia, Giovanni Keplero, non disdegnava per guadagnare un po' di denaro di preparare lui stesso oroscopi a chi gliene faceva richiesta.

IL SOLE NEI SUOI SPOSTAMENTI A NORD E A SUD

Le linee che incrociano i meridiani: i paralleli

Tentiamo ora di capire il fenomeno dell'alternarsi delle stagioni.

La Terra, ruotando su se stessa, gira intorno a una linea immaginaria che la attraversa. Questa linea si chiama *asse terrestre* e sporge in due punti diametralmente opposti: il polo Nord e il polo Sud. Un'altra linea immaginaria, tracciata intorno alla Terra esattamente a metà strada fra il polo Nord e il polo Sud, si chiama *equatore*.

Supponiamo che l'asse terrestre formi un angolo retto con la linea che congiunge Terra e Sole. In altre parole, dobbiamo immaginare che la rotazione si effettui in senso verticale e che i raggi del Sole cadano perpendicolari sull'equatore.

Una persona sulla linea dell'equatore vedrebbe sorgere il Sole ogni giorno precisamente a est e tramontare

esattamente a ovest. A mezzogiorno lo vedrebbe allo zenit.

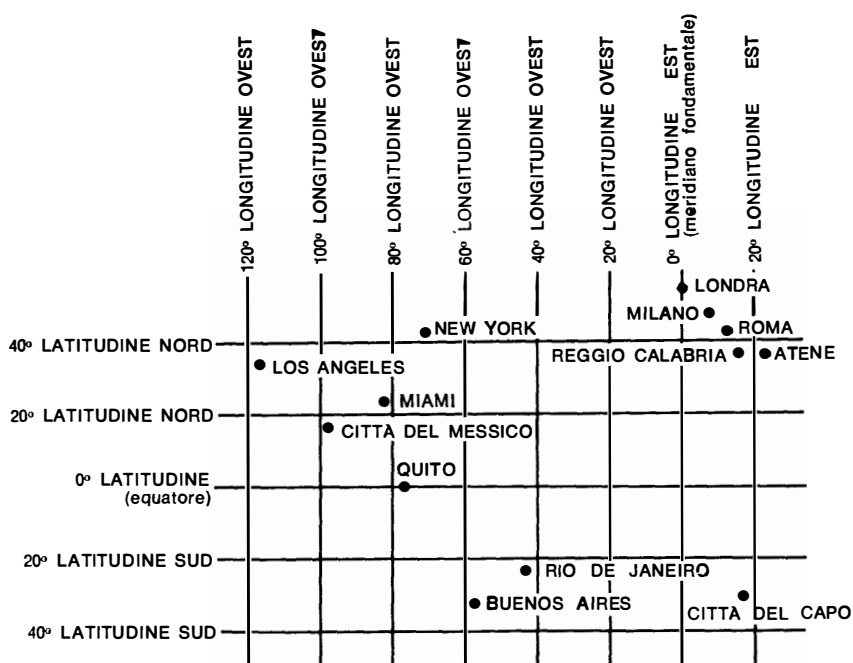
Una persona a nord dell'equatore, invece, non vedrebbe mai il Sole allo zenit a mezzogiorno, ma lo vedrebbe lievemente a sud dello zenit, in direzione dell'equatore. Se questa persona avanzasse sempre più a nord, vedrebbe il Sole sempre più a sud. Visto dal polo Nord, il Sole a mezzogiorno sfiorerebbe appena la linea dell'orizzonte.

Gli antichi greci che vivevano a nord dell'equatore, cioè nell'*emisfero settentrionale*, e che non si inoltrarono mai a sud di esso, davano per scontato che il Sole a mezzogiorno si mostrasse sempre a sud dello zenit. Il grande storico greco Erodoto racconta comunque che i fenici, fra i più grandi navigatori dell'antichità, armarono una spedizione con il compito di circumnavigare l'Africa. Sempre secondo Erodoto, al loro ritorno i membri della spedizione dichiararono che all'estremo sud dell'Africa il Sole a mezzogiorno brillava a nord dello zenit. Lo scrittore riferisce con evidente sarcasmo il racconto dei navigatori fenici, in quanto la cultura del suo tempo non ammetteva neppure di prendere in considerazione una possibilità del genere se non come frutto di menti sconvolte.

In compenso, i greci sapevano che chi viaggiava verso nord o verso sud aveva l'impressione che il Sole e le stelle scivolassero nella direzione opposta. Gli astronomi dell'epoca erano molto interessati a questi spostamenti nord-sud e (come abbiamo visto nel secondo capitolo) avevano tracciato meridiani immaginari che correvano da un polo all'altro e servivano a misurare le distanze fra ovest ed est.

Allo stesso modo tracciarono sulla volta celeste e sulla superficie terrestre linee immaginarie perpendicolari ai meridiani. Queste linee furono tracciate per la prima

COORDINATE TERRESTRI



volta verso il 300 a.C. da un geografo greco a nome Dicearco, e servivano a misurare la distanza fra nord e sud. Tracciandole, i greci cominciarono dall'equatore, che fu la prima di esse, e proseguirono disponendo le altre parallelamente ad esso verso nord e verso sud fino a raggiungere i poli. Quest'ultima fase avvenne qualche secolo più tardi di Erodoto, dopo che i greci ebbero arricchito le loro conoscenze geografiche.

90 di queste linee furono tracciate fra l'equatore e il polo Nord da una parte, e fra l'equatore e il polo Sud dall'altra. Ognuna di esse correndo intorno alla Terra

parallelamente all'equatore, fu chiamata *parallelo*. La distanza angolare che intercorre tra l'equatore e un punto qualunque che si trovi in direzione di uno dei due poli viene chiamata *latitudine*. La distanza che intercorre fra un parallelo e quelli immediatamente vicini corrisponde a *1° di latitudine*. Ogni grado di latitudine è divisibile in 60 minuti e ogni minuto in 60 secondi. I punti a nord dell'equatore vengono indicati in gradi, minuti e secondi di *latitudine nord*; i punti a sud dell'equatore in gradi, minuti e secondi di *latitudine sud*.

Grazie alla latitudine e alla longitudine è possibile localizzare con sicurezza matematica qualsiasi punto si trovi sulla Terra.

L'inclinazione dell'asse terrestre

Anche la volta celeste come la superficie della Terra è stata divisa dai paralleli.

L'altezza del Sole sull'orizzonte a mezzogiorno dipende dal grado di latitudine in cui si trova l'osservatore. Facciamo un esempio. Continuando a supporre che la Terra ruoti verticalmente con i raggi del Sole che arrivano perpendicolarmente all'equatore: a un abitante di Los Angeles, che si trova a 34° latitudine nord, il Sole a mezzogiorno dovrebbe apparire 34° a sud dello zenit. A un abitante di New York, situata 6° più a nord di Los Angeles, il Sole dovrebbe apparire 40° a sud dello zenit. A un abitante di Londra, ancora più a nord, $51^\circ 30'$, sempre a sud dello zenit.

Al polo Nord, che si trova a 90° di latitudine nord, il Sole a mezzogiorno dovrebbe quindi mostrarsi 90° a sud dello zenit. Siccome la distanza fra lo zenit e l'orizzonte misura 90° , ciò equivale a dire che il Sole si troverebbe sulla linea dell'orizzonte.

Per chi vive su latitudini meridionali, la situazione sarebbe identica, con la sola differenza che il Sole a mezzogiorno verrebbe a trovarsi a nord invece che a sud dello zenit.

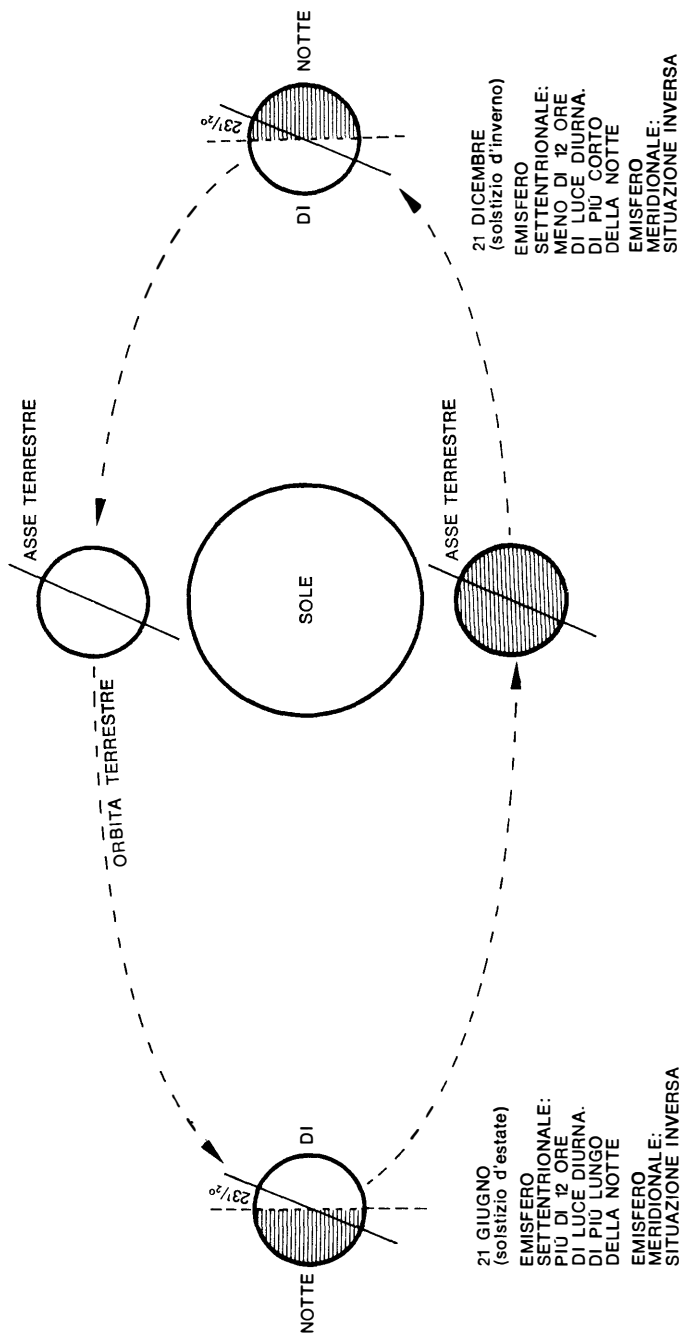
Se le cose stessero così e l'asse terrestre fosse perpendicolare, il giorno e la notte sarebbero sempre uguali, indipendentemente dalla posizione di chi li osserva sulla superficie terrestre. I confini fra luce e oscurità attraverserebbero i due poli, e ogni punto della Terra, a mano a mano che essa ruota, passerebbe la metà esatta del giorno alla luce del Sole e l'altra metà esatta nel buio della notte. Ma sappiamo che non è così. La maggior parte delle volte e nella maggior parte delle regioni terrestri, giorno e notte non hanno la stessa durata.

La risposta è che l'asse terrestre non ha la posizione verticale che noi abbiamo supposto avesse fino a questo momento, ma è inclinato, e, ciò che più conta, l'inclinazione non subisce varianti di sorta, almeno notevoli, durante il periodo di tempo impiegato dalla Terra per compiere un moto di rivoluzione intorno al Sole.

Ciò significa che a un certo punto del moto di rivoluzione terrestre, il polo Nord è lievemente inclinato in direzione del Sole e il polo Sud in direzione opposta al Sole. In quel momento, il Sole a mezzogiorno non è perpendicolare all'equatore, ma si trova su un parallelo a nord di esso.

Immaginiamo il moto di rivoluzione della Terra a partire da questo punto. Dato che l'asse terrestre conserva l'inclinazione immutata e sempre parallela a se stessa, cioè rivolta sempre verso lo stesso punto del cielo (*polo celeste*; quello boreale è indicato approssimativamente dalla Stella Polare), a mano a mano che la Terra gira intorno al Sole, l'inclinazione del polo Nord in direzione del Sole si fa sempre meno evidente. Per aiutarci ad afferrare l'immagine, infiliamo un ferro da

INCLINAZIONE DELL'ASSE TERRESTRE



calza in una mela. Il ferro rappresenta l'asse terrestre. Teniamo il ferro lievemente inclinato e facciamo girare la mela intorno a un'altra mela. Non variamo mai la direzione del ferro inclinato.

Quando è passata la metà di un anno dal punto di partenza, sull'estremo opposto del percorso di rivoluzione della Terra intorno al Sole, detto *orbita*, sarà il polo Sud ad avere una decisa inclinazione verso il Sole, mentre il polo Nord è inclinato nella direzione opposta. A questo punto il Sole a mezzogiorno brilla a perpendicolo su un parallelo situato a sud dell'equatore.

A mano a mano che la Terra prosegue nel suo giro di rivoluzione, la situazione si rovescia lentamente. Quando la Terra è tornata al punto di partenza dopo un anno di viaggio, il polo Nord è di nuovo inclinato in direzione del Sole. Il risultato è che, nel corso di un anno, ognuno dei due poli alternativamente si avvicina e si allontana rispetto al Sole.

Nonostante l'inclinazione dell'asse terrestre, all'equatore i giorni e le notti conservano sempre un'uguale durata. Lontano dall'equatore, invece, la faccenda cambia. Quando il polo Nord è inclinato in direzione del Sole, le regioni situate a nord dell'equatore hanno il dì più lungo della notte, mentre le regioni a sud dell'equatore hanno la notte più lunga del dì. Quando il polo Sud è inclinato in direzione del Sole, la situazione si rovescia. Inoltre, più ci si allontana dall'equatore, più la differenza si fa sensibile.

Visto dalla Terra

Che effetto fa tutto questo a una persona che si trovi, per esempio, a New York?

Il 21 giugno l'inclinazione dell'asse terrestre è tale

che il polo Nord ha raggiunto la posizione di massima vicinanza al Sole. A New York il Sole a mezzogiorno è alto nel cielo: si trova a soli $16\frac{1}{2}^{\circ}$ dallo zenit. Dato che la latitudine di New York è di 40° a nord dell'equatore, se l'asse non fosse inclinato, il 21 giugno il Sole a mezzogiorno si troverebbe 40° a sud dello zenit.

In pratica quindi, l'inclinazione è di $40^{\circ} - 16\frac{1}{2}^{\circ}$, vale a dire di $23\frac{1}{2}^{\circ}$, o, per essere ancora più precisi, $23^{\circ}27'$. Questa misura corrisponde all'angolo che l'asse terrestre forma con una linea perpendicolare alla linea di connessione Terra-Sole, oppure, espresso in altri termini, questo è l'angolo che forma il piano dell'equatore con quello dell'eclittica.

Il 21 giugno quindi, il Sole brilla direttamente sul parallelo corrispondente a $23\frac{1}{2}^{\circ}$ di latitudine nord (che corrisponde circa alla latitudine de L'Avana) e il Sole a mezzogiorno non sale mai più a nord di così.

Infatti, dopo il 21 giugno, il polo Nord comincia ad allontanarsi sempre più dal Sole, il quale conseguentemente a mezzogiorno viene a trovarsi su paralleli sempre più meridionali: il 22 giugno a mezzogiorno non tocca l'altezza raggiunta il 21, il 23 giugno non tocca quella raggiunta il 22, e così via. Contemporaneamente, a New York la durata del dì comincia ad accorciarsi e quella della notte ad allungarsi.

Il fenomeno continua gradualmente fino al 23 settembre, quando il Sole a mezzogiorno viene a trovarsi a 40° a sud dello zenit. Dato che la latitudine di New York corrisponde a 40° , ne deriva che il Sole è esattamente sopra l'equatore. A questo punto a New York, come del resto in qualsiasi altra località della Terra, la durata del dì e della notte si equivalgono, cioè durano entrambi esattamente 12 ore. Per questa ragione il primo parallelo è stato chiamato equatore.

Il 23 settembre è chiamato *equinozio d'autunno*. E-

quinozio deriva da *equinox*, un termine latino che significa « notte uguale », ed è autunnale perché il 23 settembre segna l'inizio dell'autunno.

Ma il moto di rivoluzione della Terra continua e, dopo il 23 settembre, l'inclinazione dell'asse allontana sempre più il polo Nord dal Sole. Il Sole a mezzogiorno tende a comparire sempre più a sud del punto in cui si troverebbe se l'asse fosse perfettamente diritto, finché il 21 dicembre, nella città di New York, lo si vede di nuovo a $23\frac{1}{2}^{\circ}$ dallo zenit. Il Sole quindi è risospinto di tutti i $23\frac{1}{2}^{\circ}$ a sud di quella che sarebbe stata la sua posizione se si fosse tenuto conto della sola latitudine. A New York si trova a 40° più $23\frac{1}{2}^{\circ}$ cioè a $63\frac{1}{2}^{\circ}$ a sud dello zenit: supera di appena un terzo la distanza dell'orizzonte. Abbiamo il dì più corto e la notte più lunga dell'anno.

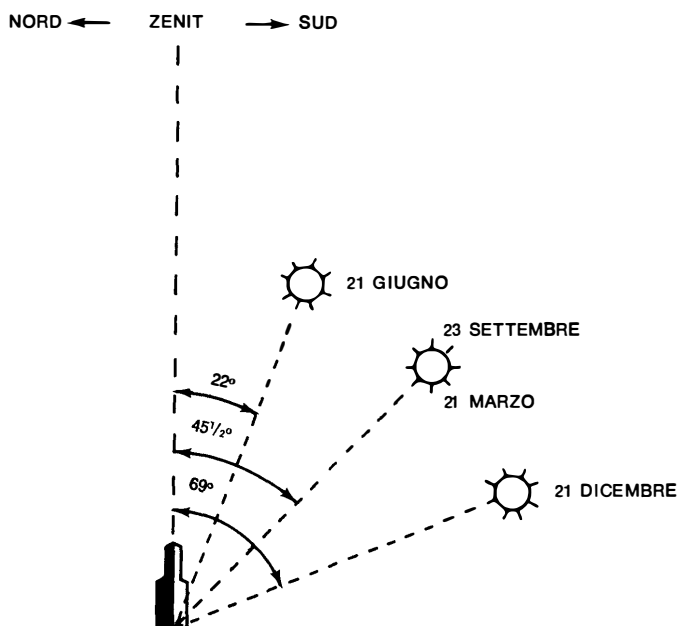
In questo periodo, il Sole a mezzogiorno è perpendicolare a un parallelo corrispondente a $23\frac{1}{2}^{\circ}$ latitudine sud, che equivale alla latitudine di Rio de Janeiro in Brasile.

A questo punto il polo Nord raggiunge la massima lontananza dal Sole. A mano a mano che la Terra continua il suo moto di rivoluzione, il Sole ricomincia a salire nel cielo: i giorni si allungano e le notti si accorciano. Il 20 marzo il Sole a mezzogiorno è di nuovo a 40° dallo zenit nella città di New York, è tornato quindi sull'equatore e abbiamo l'*equinozio di primavera*, così detto perché segna l'inizio di questa stagione.

Il Sole continua a salire sempre più in alto, i giorni continuano ad allungarsi e le notti ad accorciarsi finché il 21 giugno, l'intero ciclo si conclude e ricomincia.

Proviamo a osservare il fenomeno su una meridiana. Vedremo che l'ombra proiettata dallo gnomone si accorcerà sempre più sensibilmente durante l'inverno e la primavera, fino al 21 giugno quando sembrerà fermarsi e

IL SOLE DI MEZZOGIORNO A MILANO



cambiare direzione. Ricomincerà poi ad allungarsi sempre più sensibilmente nel corso dell'estate e dell'autunno fino al 21 dicembre, quando si fermerà di nuovo e di nuovo cambierà direzione. Già nel primo capitolo parlando della meridiana abbiamo accennato a questi cambiamenti di direzione.

Naturalmente i cambiamenti di direzione del 21 giugno e del 21 dicembre non si verificano tutto a un tratto. Essi sono appena percepibili durante i mesi di giugno e di dicembre ed è difficile poter dire con certezza in quale giorno l'ombra è più corta (perché il Sole a mezzogiorno è nel punto più a nord) o più lunga (perché il Sole a

mezzogiorno è nel punto piú a sud). I giorni in cui l'ombra sembra fermarsi si chiamano *solstizi*, da una parola latina che significa « arresto del Sole ». Il 21 giugno è il *solstizio d'estate* e il 21 dicembre è il *solstizio d'inverno*.

L'alternarsi delle stagioni

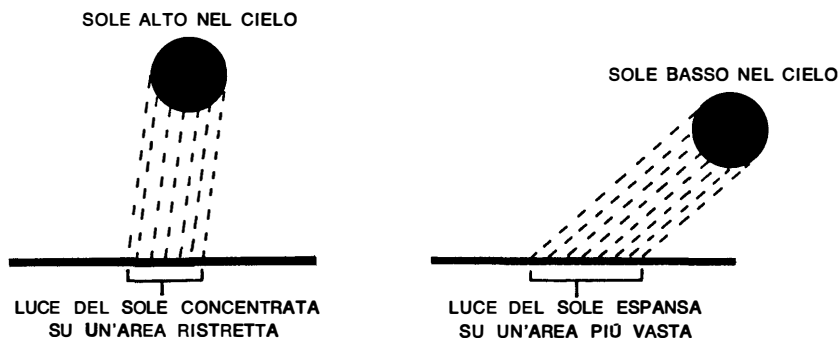
Quando il Sole è alto sull'orizzonte, la temperatura sale per due motivi. In primo luogo, i raggi del Sole colpiscono la Terra con un angolo di inclinazione minore, concentrandosi di conseguenza in un'area piú ristretta che risulta quindi piú intensamente riscaldata; in secondo luogo, nei periodi in cui la durata del dí è piú lunga di quella della notte, la Terra ha piú tempo per assimilare calore e meno per raffreddarsi.

A questo punto potremmo chiederci come mai nel nostro emisfero il giorno piú caldo non sia il 21 giugno, che è anche il giorno piú lungo dell'anno. Il fatto è che durante i mesi di luglio e agosto, le giornate continuano a essere piú lunghe delle notti (sia pure non come in giugno) e la Terra continua ad accumulare calore.

Lo stesso argomento, in senso inverso, vale per il 21 dicembre: è il giorno piú corto dell'anno, ma nel corso di gennaio e febbraio i giorni rimangono piú corti delle notti e la Terra continua a raffreddarsi.

Naturalmente la situazione nel suo complesso si capovolge nell'emisfero meridionale. Al solstizio d'estate a nord dell'equatore corrisponde il solstizio d'inverno a sud dell'equatore e viceversa. Quando noi, nell'emisfero settentrionale, abbiamo giorni lunghi e notti corte e siamo in piena estate, gli abitanti dell'emisfero meridionale hanno notti lunghe e giorni corti, e sono in pieno inverno.

SOLE ALTO E SOLE BASSO



A Buenos Aires, per esempio, luglio e agosto sono i mesi della neve e del gelo, mentre gennaio e febbraio sono i mesi dell'afa e del gran caldo.

Il Sole a mezzogiorno, in genere, è sempre più alto all'equatore che in qualsiasi altro punto della Terra. Spostarsi verso sud nell'emisfero settentrionale (e verso nord nell'emisfero meridionale), significa andare quindi verso un clima sempre più caldo. Viceversa, allontanarsi dall'equatore – sia in direzione del polo Sud che in direzione del polo Nord – equivale a inoltrarsi in regioni dove il clima è sempre più freddo.

Ma la latitudine non è l'unico fattore che influenzi il clima. In qualsiasi punto della Terra il freddo aumenta proporzionalmente all'altitudine e diminuisce nelle zone depresse. Inoltre, una località in riva al mare ha un clima diverso da quello di un'altra località situata sulla stessa latitudine, ma lontana dal mare.

A ogni modo rimane valido il concetto generale secondo il quale più ci si avvicina all'equatore più fa caldo, più ci si allontana dall'equatore più fa freddo.

Coordinate celesti

Se immaginariamente facciamo proseguire l'asse terrestre oltre il polo Nord, possiamo segnare la sua posizione nella volta celeste. Questa posizione si chiama *polo Nord celeste* e, nella direzione opposta, avremo il *polo Sud celeste*. Parimenti, sulla volta celeste possiamo proiettare i meridiani e i paralleli terrestri che costituiranno la rete delle *coordinate celesti*.

Nelle vicinanze del polo Nord celeste brilla una stella luminosissima che si chiama Stella Polare, la quale si trova a circa 1° di distanza dal polo. Questa distanza è talmente minima che, per chi osserva dalla Terra a occhio nudo, essa non è neppure percepibile e la stella sembra rimanere fissa sempre nella medesima posizione, dato che l'asse terrestre, nei suoi spostamenti lungo l'eclittica, si mantiene sempre parallela a se stessa, mentre il resto della volta celeste sembra ruotare facendo perno intorno a questa stella. Questa particolarità rese importantissima per i navigatori, prima dell'invenzione della bussola, la Stella Polare: essa indica sempre in che direzione è il Nord e dal Nord è poi facile dedurre le altre direzioni.

La Stella Polare si trova in coda a una costellazione chiamata Orsa Minore. Ma siccome gli orsi non hanno coda e per alcuni essa suggeriva di più la figura di un cane, anticamente la Stella Polare veniva chiamata anche Cinosura, che in greco significa appunto « coda di cane ». Sempre la stessa costellazione viene anche chiamata Piccolo Carro, per la sua somiglianza alle 4 ruote di un carro più il timone, o, addirittura, Carro dell'Orsa Minore.

Visti dall'equatore, il polo Nord celeste si trova sull'estremo nord dell'orizzonte e il polo Sud celeste sull'estremo sud, e, naturalmente, nessuno dei due si spo-

sta mai. L'*equatore celeste* corrisponde perfettamente all'*equatore terrestre* e, come questo, corre verso ovest e verso est.

Se ci allontaniamo dall'*equatore* andando verso nord, vedremo il polo Nord celeste sollevarsi al di sopra dell'orizzonte settentrionale, e il polo Sud celeste sparire al di sotto dell'orizzonte meridionale. Questo alzarsi e abbassarsi dei poli celesti rispetto il piano dell'orizzonte corrisponde esattamente allo spostamento compiuto dall'osservatore rispetto l'*equatore terrestre*.

Alla latitudine della città di New York (40°), il polo Nord celeste si trova a un'altezza di 40° rispetto all'orizzonte settentrionale, mentre il polo Sud celeste si trova di 40° al di sotto dell'orizzonte meridionale. Siccome le stelle compiono una rotazione quotidiana intorno all'asse immaginario che si estende attraverso i poli celesti, da New York non è possibile vederle sorgere e tramontare tutte. Le stelle comprese entro un raggio di 40° rispetto al polo Nord-celeste non arrivano mai a toccare l'orizzonte settentrionale, nemmeno quando hanno raggiunto il punto piú basso del loro moto quotidiano: non tramontano mai. Queste stelle si chiamano *stelle circumpolari* e le piú evidenti sono quelle che formano la costellazione dell'Orsa Maggiore o Carro dell'Orsa Maggiore.

Le stelle comprese entro un raggio di 40° rispetto al polo Sud celeste non raggiungono mai l'orizzonte meridionale, neanche quando si trovano sul tratto piú alto del loro moto quotidiano nel cielo. Le piú famose formano una costellazione chiamata Croce del Sud.

A mano a mano che ci si avvicina al polo Nord, un sempre maggior numero di stelle circumpolari diventa visibile, mentre un numero ancora maggiore di altre stelle scompare verso il polo opposto. Infine, al polo Nord, il polo Nord celeste si trova direttamente allo zenit. Tut-

te le stelle a nord dell'equatore celeste lo circondano a una distanza costante dall'orizzonte: nessuna di queste stelle tramonta mai.

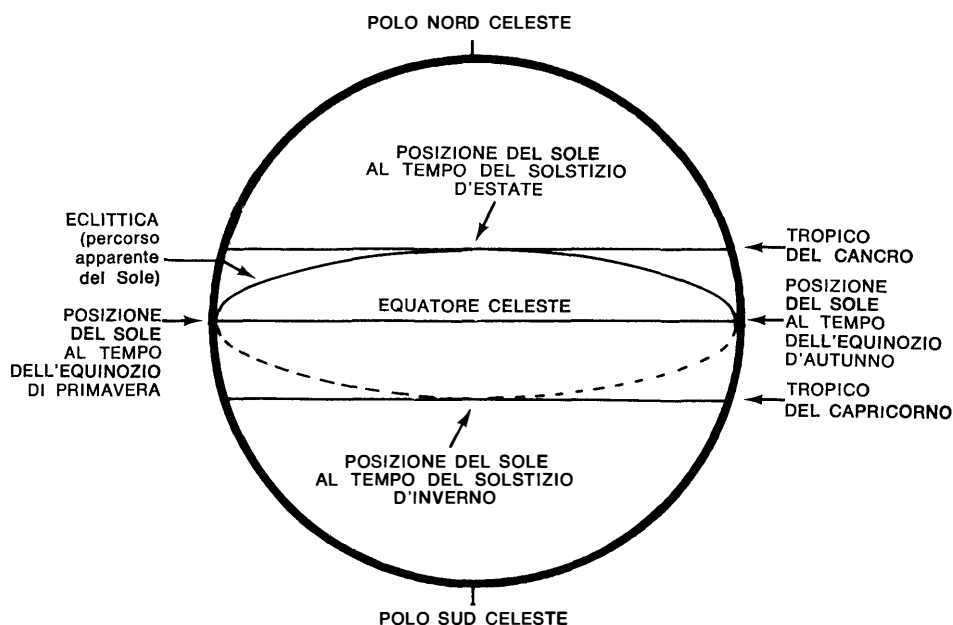
La situazione si rovescia se ci spostiamo in direzione del polo Sud. È allora il polo Sud celeste ad alzarsi nel cielo e il polo Nord celeste a scomparire sotto la linea dell'orizzonte. Nella Nuova Zelanda, per esempio, la Croce del Sud è circumpolare e non tramonta mai, mentre l'Orsa Maggiore non è mai visibile.

In un certo senso, le popolazioni dell'emisfero meridionale sono meno fortunate di noi: intorno al polo Sud celeste a indicarne la posizione nel cielo ci sono stelle molto meno luminose di quanto non sia la Stella Polare nel nostro emisfero.

Abbiamo visto come l'eclittica segna il percorso del Sole rispetto alle stelle. Il suo percorso forma un angolo con l'equatore celeste, incrociandolo in due punti del globo celeste esattamente opposti tra loro. Questi due punti si chiamano *punti equinoziali*, perché gli equinozi si verificano quando il Sole passa per essi. Per la stessa ragione, l'equatore celeste si chiama anche *equinoziale*. Al tempo dell'equinozio d'autunno, l'eclittica incrocia l'equatore celeste in uno dei due punti muovendo da nord verso sud. Lo incrocia di nuovo nel punto opposto, muovendo da sud verso nord, al tempo dell'equinozio di primavera.

L'angolo formato dall'eclittica con l'equatore celeste è di $23^{\circ}27'$, viene chiamato *obliquità dell'eclittica* e fu misurato esattamente per la prima volta verso il 220 a.C. dall'astronomo greco Eratostene. Entro questa fascia di $23^{\circ}27'$ latitudine nord e di $23^{\circ}27'$ latitudine sud, il Sole viene a passare per due volte in un anno allo zenit a mezzogiorno. I due paralleli di latitudine, sia sul globo celeste che sulla superficie terrestre, si chiamano quindi *tropici*, da una parola latina che significa

SFERA CELESTE ED ECLITTICA



« girare » perché il Sole arrivato al massimo a queste latitudini, sembra invertire il suo corso e ritornare indietro, da nord verso sud e da sud verso nord, verso l'equatore.

Al tempo in cui i greci studiavano la volta celeste, il tropico a nord dell'equatore era toccato dall'eclittica in un punto della costellazione zodiacale del Cancro. Per questa ragione il parallelo corrispondente a $23^{\circ}27'$ latitudine nord fu chiamato *tropico del Cancro*. Il tropico a sud dell'equatore era invece toccato dall'eclittica nella costellazione del Capricorno e di conseguenza il parallelo corrispondente a $23^{\circ}27'$ latitudine sud prese il nome di *Tropico del Capricorno*.

Le regioni comprese fra il tropico del Cancro e il tropico del Capricorno (con l'equatore che le percorre al centro) si chiamano esse stesse *tropici*, e sono le più calde della Terra.

In ogni località situata fra i tropici, il Sole brilla a mezzogiorno, come abbiamo già detto, perfettamente allo zenit per due volte nel corso dell'anno, mentre è perpendicolare, sempre a mezzogiorno, al tropico del Cancro e al tropico del Capricorno in un solo giorno dell'anno: rispettivamente il 21 giugno, solstizio d'estate, e il 21 dicembre, solstizio d'inverno. A nord del tropico del Cancro, il Sole a mezzogiorno non sarà mai allo zenit, ma sempre a sud di esso. A sud del tropico del Capricorno, il Sole a mezzogiorno non sarà mai allo zenit, ma sempre a nord di esso.

A New York, il 21 dicembre il Sole a mezzogiorno è di soli $26\frac{1}{2}^{\circ}$ sopra l'orizzonte. A Londra, è a soli 14° sull'orizzonte meridionale.

A $66\frac{1}{2}^{\circ}$ latitudine nord (vale a dire al *circolo polare artico*, un parallelo che attraversa l'Alaska, il Canada settentrionale, la Scandinavia e la Siberia), il 21 dicembre il Sole a mezzogiorno raggiunge la sua massima altezza sfiorando appena l'orizzonte: abbiamo così un intero giorno di 24 ore senza luce. Procedendo ancora più a nord, il periodo senza luce intorno al solstizio d'inverno si fa sempre più lungo, finché al polo Nord la luce del giorno viene a mancare del tutto per sei lunghi mesi¹ La situazione si rovescia all'epoca del solstizio d'estate.

¹ Menzioneremo soltanto il fenomeno della *rifrazione* dei raggi solari, in base al quale il Sole appare al di sopra dell'orizzonte anche quando in realtà si trova al di sotto di esso, ma non riteniamo opportuno di approfondire ulteriormente l'argomento in questa sede.

A $66\frac{1}{2}^{\circ}$ di latitudine nord, il 21 giugno il Sole non sale mai piú di 47° al di sopra dell'orizzonte: si ferma cioè circa a metà strada dallo zenit. È questo il giorno in cui la luce diurna dura 24 ore. Piú si procede verso nord, piú il periodo di luce ininterrotta si allunga, finché al polo Nord ai sei mesi di notte continua seguono sei mesi di giorno ininterrotto.

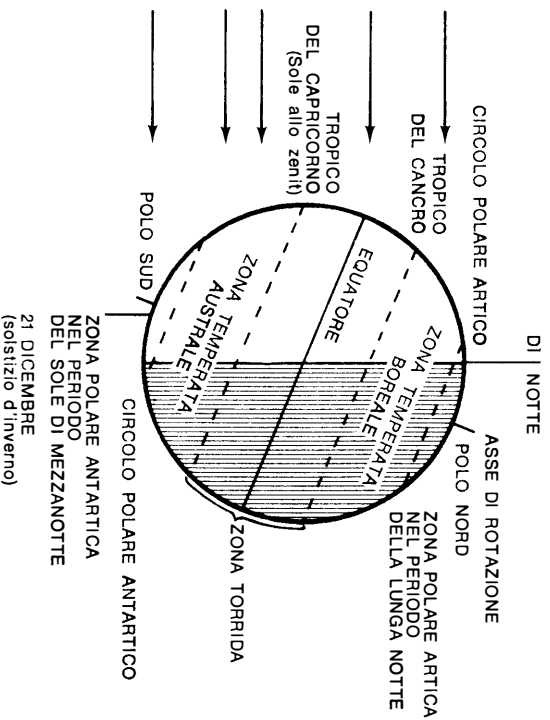
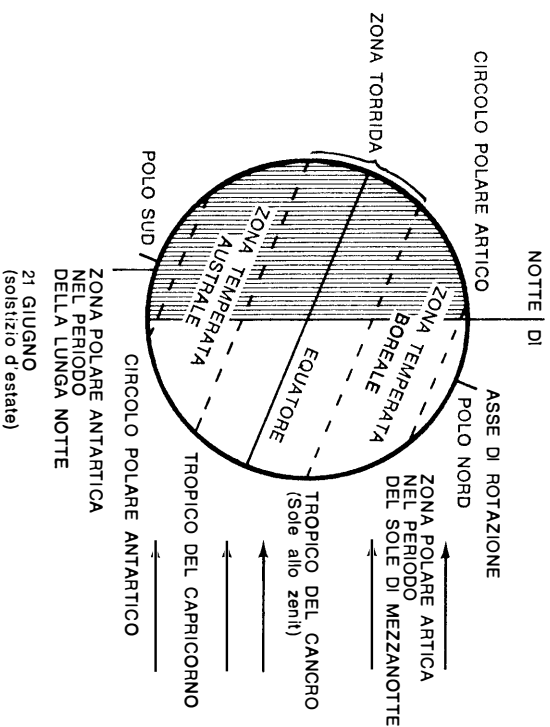
Le regioni a nord del parallelo corrispondente a $66\frac{1}{2}^{\circ}$ latitudine nord – vale a dire a nord del circolo polare artico – vengono generalmente indicate come « le terre del Sole di mezzanotte », ma con egual diritto le si potrebbe indicare anche come « le terre della notte di mezzogiorno ».

Lo stesso fenomeno si verifica nelle regioni situate al di sotto dei $66\frac{1}{2}^{\circ}$ latitudine sud, tenendo presente che naturalmente le date si invertono: il periodo della lunga notte cade intorno al 21 giugno e quello del lungo giorno intorno al 21 dicembre.

Le regioni nordiche sono dette anche artiche. Viaggiando infatti verso nord, il polo Nord celeste appare sempre piú in alto rispetto all'orizzonte, e insieme con esso anche la Stella Polare e le altre stelle circumpolari sembrano salire nel cielo. Come abbiamo già visto, queste stelle formano varie costellazioni fra cui quelle dell'Orsa Maggiore e dell'Orsa Minore. Dal nome greco di orsa *arktos*, queste regioni vennero quindi chiamate artiche; il parallelo corrispondente a $66\frac{1}{2}^{\circ}$ latitudine nord, che circonda queste che sono le terre piú settentrionali del globo, si chiama *circolo polare artico* e la zona delimitata, *zona artica*.

Il termine greco con cui si indicavano le regioni dell'estremo sud era *antarkticos*, cioè « opposto alle orse ». Così il parallelo corrispondente a $66\frac{1}{2}^{\circ}$ latitudine sud ebbe il nome di *circolo polare antartico* e la zona da esso delimitata *zona antartica*.

ZONE CLIMATICHE TERRESTRI



La zona artica è formata quasi interamente da acque coperte da uno spesso strato di ghiaccio, mentre la zona antartica è quasi tutta terra ferma coperta di ghiaccio: un vero e proprio continente chiamato Antartide.

La fascia di terra compresa fra il circolo polare artico e il tropico del Cancro (cioè fra $23\frac{1}{2}^{\circ}$ e $66\frac{1}{2}^{\circ}$ latitudine nord) non vede mai il Sole allo zenit, ma non vede mai neanche il Sole a mezzanotte. Non è calda come la zona tropicale, ma non è neanche fredda come le zone artiche. Viene chiamata *zona temperata settentrionale*.

Similmente, la fascia compresa fra il circolo polare antartico e il tropico del Capricorno, prende il nome di *zona temperata meridionale*.

Tutte queste divisioni della Terra, e le differenze di temperatura, clima e durata del dì e della notte, non sono che una diretta conseguenza dell'inclinazione dell'asse di rotazione terrestre e del moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole.

METTIAMO D'ACCORDO IL SOLE CON LA LUNA

La nascita del Sole

Abbiamo già visto come l'anno babilonese contasse 360 giorni, vuoi per un errore di calcolo, vuoi per la scelta deliberata di un numero comodo da usare. Abbiamo visto anche come gli egiziani fossero giunti a risultati più soddisfacenti dando all'anno una durata di 365 giorni.

In Egitto le stagioni sono molto diverse che da noi a causa del deserto e del clima subtropicale. L'Egitto non ha un vero e proprio inverno né una stagione piovosa. Le condizioni atmosferiche subiscono talmente poche variazioni che sembra incredibile come la gente del luogo si sia mai preoccupata degli spostamenti del Sole durante l'anno. Come mai, invece, furono proprio gli egiziani a studiare tanto attentamente il Sole da scoprirne per primi quanto tempo impiegasse a compiere un giro completo nel cielo? Il fatto è che nella loro terra

si ha una « stagione » di natura del tutto particolare e di importanza determinante.

Il fiume Nilo è l'unica risorsa d'acqua del Paese e negli ultimi 6 000 anni, se non più, ha rappresentato l'unica fonte di sopravvivenza per una popolazione densissima. Una volta all'anno la pioggia cade a torrenti nell'Africa centro-orientale, dove si trovano le sorgenti del Nilo, le acque del fiume si ingrossano e, a metà luglio, una vera e propria inondazione si propaga fino al Mediterraneo. I campi ne sono sommersi per un certo tempo e le acque, ritirandosi, lasciano dietro di sé un terreno rinnovato e fertilissimo. Così gli egiziani sentirono la necessità di stabilire in anticipo quando l'inondazione avrebbe avuto luogo e scoprirono che si effettuava sempre quando il Sole si trovava in un determinato punto del cielo. Una volta appurata questa coincidenza, gli astronomi presero a studiare il Sole più attentamente.

È possibile che le loro osservazioni li abbiano portati a scoprire che la durata dell'anno è di 365 giorni già nel 4200 a.C., tuttavia la maggior parte degli storici moderni fissa la data non prima del 2481 a.C. La loro fu comunque una scoperta importantissima, tanto che per oltre 4000 anni ad essa non furono portate modifiche di sorta.

L'importanza del Sole nel calcolare il tempo dell'inondazione fu talmente ovvia per gli egiziani, che presero ad adorarlo come un dio. Verso il 1370 a.C., il faraone Ikhnaton pensò addirittura di abolire i tanti strani dei adorati dai suoi sudditi in favore del Sole. Egli operò insomma il primo tentativo di monoteismo della storia.

Il Sole ebbe un'importanza anche maggiore per le popolazioni nordiche, cui portava il sollievo dal ghiaccio e dal freddo, insieme con il calore e la rinascita della natura in primavera.

I popoli primitivi d'Europa conobbero i movimenti del Sole fin dai tempi piú remoti, come testimoniano per esempio le imponenti rovine di Stonehenge in Inghilterra, la cui disposizione denota chiaramente una relazione con gli spostamenti solari. Queste rovine consistono in enormi massi disposti in modo tale da formare una doppia circonferenza, seppure oramai incompleta. Una linea che unisce il centro della costruzione circolare con due soglie esterne taglia l'orizzonte orientale proprio nel punto in cui il Sole sorge al momento del solstizio d'estate.

Possiamo immaginare l'uomo primitivo intento a osservare ansiosamente l'ombra che a mezzogiorno si allunga sempre piú. I giorni si accorciano, diventano freddi e duri. Il Sole sarebbe dunque scomparso per sempre? Che fine avrebbe fatto il mondo? Il gelo lo avrebbe invaso, annientando ogni possibilità di vita?

Ma finalmente arrivava un giorno in cui l'ombra cessava di allungarsi, si fermava e tornava indietro accorciandosi gradatamente. Era arrivato il solstizio d'inverno, che in molti luoghi dava occasione a solenni festività. Anche se il freddo sarebbe ancora aumentato, anche se altri tre mesi d'inverno aspettavano minacciosi, la gente sapeva che il Sole stava tornando. Un giorno finalmente, adesso lo si poteva sperare, sarebbe arrivata la primavera.

In epoca romana, e quindi in tempi relativamente moderni, esisteva ancora un culto solare chiamato mitraismo. Questa religione originaria della Persia era imperniata sulla figura centrale del dio Mitra, che rappresentava il Sole. All'epoca del solstizio invernale venivano celebrate solenni festività in suo onore.

Nella stessa epoca il cristianesimo si andava diffondendo, e verso il 300 d.C. fu istituita la celebrazione del Natale per festeggiare l'anniversario della nascita di

Cristo. Costantino ne fissò la data nelle vicinanze del solstizio d'inverno e il Natale si celebra ancora oggi il 25 dicembre.

Potrebbe darsi che uno dei motivi per cui i romani anticiparono l'inizio dell'anno dal 1° marzo (prossimo all'equinozio di primavera) al 1° gennaio, fosse che quest'ultimo era vicino al solstizio d'inverno. Se è così, ancora oggi iniziamo ogni nuovo anno più o meno all'epoca della nascita del Sole.

Difficoltà con la Luna

Come abbiamo visto, le civiltà più antiche e gli stessi popoli primitivi conoscevano gli spostamenti del Sole e avevano un'idea approssimativa, ma abbastanza esatta, della durata dell'anno. D'altra parte, come è stato detto nel capitolo 4, per misurare il tempo essi avevano fatto ricorso anche a sistemi basati sulle varie fasi della Luna, formando appunto dei *calendari lunari* assai comodi, secondo i quali ogni mese iniziava puntualmente con una luna nuova.

I movimenti del Sole, benché di importanza determinante, potevano essere valutati solo con strumenti capaci di misurare l'angolo formato dal Sole con l'orizzonte, cosa semplicissima per gli astronomi, ma non per la gente comune. Qualsiasi pastore e qualsiasi massaia, invece, poteva seguire i movimenti della Luna.

Il calendario lunare tuttavia comportava problemi notevoli. Il mese sinodico (da una luna nuova alla seguente) dura circa 29 1/2 giorni. Siccome non era facile tenere il conto della mezza giornata, subentrò l'abitudine di far durare alternativamente un mese 29 giorni e il mese seguente 30 giorni. L'anno lunare quindi era composto da sei mesi di 29 giorni e da altri 6 mesi di

30 giorni, per un totale di 354 giorni. L'anno lunare dura infatti 11 giorni meno dell'anno solare.

L'anno solare o *anno stagionale* è chiamato anche *anno tropicale*, perché va dal giorno in cui il Sole è sul tropico del Capricorno al giorno in cui torna sul tropico del Capricorno. In altre parole, da un solstizio invernale al seguente solstizio invernale.

E ora proviamo a considerare che differenza fanno 11 giorni su 365.

Dopo due anni, l'anno lunare ha 22 giorni di ritardo rispetto all'anno solare e dopo tre anni, la differenza ammonta a più di un intero mese. Inoltre, essendo l'alternanza delle stagioni regolata dal ciclo solare, avremmo serie difficoltà se volessimo regolarci su di esso seguendo l'anno lunare. All'inizio il tempo della semina potrebbe venire in marzo e il tempo del raccolto in ottobre, ma dopo tre anni l'anno lunare avrebbe perso un mese non solo rispetto all'anno solare ma anche rispetto alle stagioni. Si arriverebbe quindi a seminare in aprile e a raccogliere in novembre. Altri tre anni, e alla differenza si aggiungerebbe un altro mese. Dopo 16 anni circa, i mesi di luglio e agosto coinciderebbero con l'inverno mentre gennaio e febbraio segnerebbero l'estate. Che fare allora?

Sono stati fatti molti tentativi per risolvere questo problema.

La prima e più semplice soluzione fu di ignorarlo del tutto. Il calendario assiro era basato proprio su questa voluta ignoranza. Il calendario musulmano insiste ancora nell'ignorare il problema, ed è infatti un calendario molto primitivo: fa iniziare il giorno al tramonto e divide giorno e notte in due periodi di 12 ore ciascuno, di modo che la durata dell'ora varia con le stagioni (vedi capitolo 1). Il calendario musulmano è un *calendario lunare*; consiste infatti di 12 mesi lunari, al-

ternativamente di 29 e 30 giorni ciascuno. Dato che il mese sinodico supera di 44 minuti i 29 1/2 giorni, in base a questo calendario dopo due mesi si hanno 88 minuti di svantaggio rispetto alla Luna. Dopo 12 mesi lunari (un anno lunare) lo svantaggio è di 44×12 , cioè 528 minuti che corrispondono circa a 8,8 ore. In 30 anni lunari lo svantaggio ammonta a $8,8 \times 30$, circa 11 giorni. Per compensare questa differenza si è stabilita una regola in base alla quale 11 anni su 30 i musulmani hanno un giorno extra, così che ogni anno ha una durata media di 355 giorni.

Aggiungere un giorno extra allo scopo di aiutare il calendario a tenersi al passo con i movimenti di un corpo celeste si chiama *intercalare*, che significa appunto « porre in mezzo al calendario » perché un giorno viene inserito fra quelli del calendario normale.

Comunque, l'aggiunta di questo giorno extra non ha risolto il problema. Esistevano anche dei mesi intercalari già prima di Maometto, ma i primi musulmani li abolirono. Oggi il calendario musulmano porta un ritardo di 11 giorni all'anno rispetto al Sole, e ogni 33 anni perde quasi un anno intero.

Ciò significa che nel giro di 33 anni l'intero ciclo delle stagioni si trova continuamente spostato rispetto al calendario e significa anche che le ricorrenze musulmane possono variare di stagione nel corso degli anni.

La Luna è costretta ad allinearsi

A differenza di quello musulmano, il calendario ebraico – che è pure formato da mesi lunari alternativamente di 29 e 30 giorni ciascuno – è organizzato in modo da non incappare mai in ritardi durevoli rispetto al Sole.

Gli anni ebraici si contano in gruppi di 19, perché 19

anni solari equivalgono a quasi 235 mesi lunari e, dopo un intervallo di questa durata, Sole e Luna si ritrovano presso a poco al punto di partenza. Per ogni gruppo di 19 anni, al 3°, 6°, 8°, 11°, 14°, 17° e 19° anno viene aggiunto un mese detto *mese intercalare*. Insomma, per ogni 19 anni, 12 sono formati da 12 mesi lunari e 7 da 13 mesi lunari. Il totale di ognuno di questi gruppi di 19 anni è di 6.936 giorni, ma il calendario ebraico, in pratica, sistema la faccenda in modo da raggiungere un totale di 6939 giorni e la differenza è così limitata a un solo giorno ogni 200 anni. Si potrebbero ottenere concordanze anche migliori usando cicli di 76 oppure 354 anni, ma nessun calendario ha tentato mai nulla di tanto complicato.

Questo sistema che fa coincidere l'anno lunare con quello solare fu inventato dai babilonesi verso il 500 a.C. e fu seguito dai greci. Gli ebrei lo adottarono nel 358 d.C.

Il *calendario* ebraico, che è *luni-solare*, ha però un grave difetto: è eccessivamente complicato. Fra l'altro, vorrei aggiungere che il mese intercalare era considerato infausto da molti, perché sconvolgeva l'ordine dei mesi normali. Dato anche che il mese intercalare era il tredicesimo dell'anno, non potrebbe essere questa una delle tante, misteriose ragioni che rendono il numero tredici tanto antipatico ai superstiziosi?

A trovare quella che, ancora oggi, ci sembra la soluzione più ragionevole furono però gli egiziani. Essi abbandonarono il mese lunare e formarono l'anno con 12 mesi, di cui i primi 11 duravano 30 giorni ciascuno (divisi a loro volta in tre gruppi di dieci giorni ciascuno) e il tredicesimo 35 giorni, ottenendo un totale di 365 giorni. Così, per quanto era possibile, l'anno si manteneva al passo con il Sole. Il *calendario* egiziano è infatti puramente *solare*.

In base a questo calendario, però, la luna nuova non

nasceva sempre il primo giorno del mese. Sorgendo il primo giorno del primo mese, ricompariva il trentesimo giorno dello stesso mese, quindi il ventottesimo del mese successivo, il ventisettesimo di quello ancora seguente e così via.

Un mese del calendario solare si chiama *mese di calendario*. È un mese artificiale, calcolato in base ai moti del Sole e, benché si chiami ancora « mese », non dipende più dalle fasi della Luna.

L'invenzione egiziana del calendario solare fu un enorme passo avanti nella tecnica di calcolare il tempo. Le stagioni seguivano il loro corso regolare e il calendario egiziano, a differenza di quello ebraico, restava immutato anno dopo anno. Il calendario ebraico non cessava mai di sorprendere la gente con i suoi mesi extra; mentre chi usava il calendario egiziano sapeva sempre che cosa aspettarsi dall'anno a venire.

È abbastanza naturale a questo punto domandarsi come mai le popolazioni che usavano calendari lunari o luni-solari non li abbiano abbandonati appena vennero a conoscenza del calendario solare. Ebbene non lo fecero. Dovettero passare migliaia di anni prima che il calendario solare fosse adottato e, per certi aspetti, il calendario lunare persiste tuttora anche in paesi relativamente progrediti.

Naturalmente c'è una spiegazione molto ovvia del fenomeno: l'abitudine. Ma ce n'è anche un'altra: l'importanza che il calendario lunare ha per le varie religioni.

La Luna resiste

Come abbiamo già visto, il controllo del tempo è stato sempre una prerogativa del clero fino all'epoca moderna. I sacerdoti ebrei, per esempio, proclamando l'ini-

zio del mese in base all'osservazione dei primi chiarori della luna nuova nel cielo, facevano seguire l'annuncio da una funzione religiosa. In altre religioni, determinate festività cadevano in particolari giorni del mese in prossimità della comparsa della luna nuova.

Adottando il calendario solare, invece, questi giorni ritenuti sacri si sarebbero dovuti celebrare in date fisse che non avevano niente a che fare con le fasi lunari e, di conseguenza, le festività tanto strettamente collegate alla Luna si sarebbero spostate ogni anno rispetto alla Luna stessa.

Una soluzione avrebbe potuto essere quella di adottare il calendario solare per uso ordinario, continuando a calcolare le feste in base al calendario lunare anche se questo comporterebbe un continuo spostamento dei giorni festivi di anno in anno sul calendario ufficiale.

Questo sistema è quello a cui per esempio si rifanno gli ebrei: il Capodanno religioso ebraico (Rosh Hashanah) può cadere fra il 20 e il 21 settembre un anno, fra il 10 e l'11 dello stesso mese l'anno successivo e fra il 28 e il 29, sempre di settembre, l'anno ancora seguente; Pesach (la Pasqua ebraica, che dura otto giorni) può iniziare un anno il 31 marzo, un altro il 18 aprile e un altro ancora il 7 aprile.

Anche i primi cristiani – che erano per la maggior parte di origine ebraica – usavano il calendario lunare, e tuttora alcune loro ricorrenze sono mobili, esattamente come quelle ebraiche.

Una delle pochissime eccezioni a questa regola è il Natale, che non segue la Luna e cade sempre alla stessa data: il 25 dicembre di ogni anno. Questo si spiega con il fatto che la festività cristiana del Natale non fu celebrata regolarmente se non dopo il sec. IV d.C., quando la maggior parte ormai dei cristiani non era più di origine ebraica e si era perfettamente assuefatta al calen-

dario romano, che era quello solare importato dall'Egitto.

Quando il calendario romano entrò in vigore, i primi cristiani furono costretti a trovare un modo per calcolare le festività mobili e decisero di fare riferimento per esse alla Pasqua. Una volta stabilita la data di questa festività, tutte le altre potevano essere fissate facilmente contando un determinato numero di giorni prima o dopo di essa. Quest'uso è tutt'ora in vigore.

Si decise di far cadere la Pasqua nella prima domenica dopo il primo plenilunio che segue il 21 marzo, data dell'equinozio di primavera. La complicazione è data dal fatto che questa non è la vera luna piena che vediamo nel cielo, ma una luna convenzionale, chiamata *luna piena di Pasqua*, e può arrivare un intero giorno prima o dopo il vero plenilunio. La parola Pasqua deriva dall'ebraico *Pesach*. La Pasqua cade generalmente durante gli otto giorni di Pesach e il suo nome è una eco dei tempi in cui la maggior parte dei cristiani era ancora di origine ebraica.

Il plenilunio di Pasqua è calcolato secondo un metodo piuttosto complicato che non ci interessa ai fini della nostra trattazione. Diremo soltanto che a ogni anno viene dato un numero aureo e una lettera domenicale, entrambi usati nei calcoli. Ne risulta comunque che la Pasqua può cadere entro un lasso di tempo che va dal 22 marzo al 25 aprile. Nel 1913, per esempio, la Pasqua cadde il 23 marzo e cadrà in questa stessa data nel 2008. Nel 1943 la Pasqua fu celebrata il 25 aprile e noi – o meglio i nostri nipoti – potremo di nuovo festeggiarla il 25 aprile nel 2038. Una volta stabilita la data della Pasqua, quella delle altre festività viene di conseguenza. Il mercoledì delle Ceneri, per esempio, precede la Pasqua di 40 giorni senza contare le domeniche. Lo spazio di tempo che intercorre tra il mercoledì delle Ceneri e il giorno di Pasqua si chiama Quaresima.

Come abbiamo avuto modo di vedere, ancora oggi, a 6.000 anni dall'invenzione del calendario solare, la sovrانيتà della Luna è troppo forte per essere scossa.

L'importanza della settimana

Il calendario solare presenta un'ulteriore complicazione derivata dal fatto che la settimana non divide l'anno in maniera uniforme.

L'anno consta, infatti, di 365 giorni che, divisi per 7, danno 52 con l'avanzo di uno. Un anno, cioè, comprende 52 settimane piú 1 giorno. A causa di questo giorno in piú, se un anno comincia di domenica, l'anno seguente comincerà di lunedì, quello successivo di martedì e cosí via. L'anno bisestile complica ulteriormente le cose, ma di questo avremo modo di parlare piú avanti.

Anche se una festività cade sempre in un determinato giorno del mese, non cadrà mai nello stesso giorno della settimana nel corso di alcuni anni consecutivi. Cosí, per esempio, se il 1° maggio, festa dei lavoratori, viene di venerdì, l'anno successivo verrà di sabato.

Esistono tuttavia delle ricorrenze che devono essere festeggiate in un determinato giorno della settimana, indipendentemente dalla data del giorno in questione.

Alcuni esperti del problema avanzarono la proposta di far durare l'anno sempre ed esattamente 52 settimane, facendo del 365° giorno (il 31 dicembre) un giorno a parte chiamato *giorno dell'anno* indipendentemente dal ciclo delle settimane. Cosí, se il 1° gennaio venisse di domenica, il 30 dicembre sarebbe automaticamente un sabato, il 31 dicembre diventerebbe il giorno dell'anno e il 1° gennaio del nuovo anno cadrebbe di nuovo di domenica. In questo modo, ogni giorno dell'anno corrisponderebbe allo stesso giorno della settimana tutti gli

anni e un unico calendario potrebbe servire in eterno.

Un simile sistema spezzerebbe, però, la normale progressione delle settimane, il che incontrerebbe l'ostilità di moltissime comunità religiose che considerano determinati giorni della settimana come festivi: per esempio la domenica (i cristiani), il sabato (gli ebrei), e il venerdì (i maomettani).

D'altra parte, le proposte di far durare l'anno esattamente 52 settimane (364 giorni) senza l'aggiunta del giorno in più a parte, comporterebbe un ritardo di un giorno e un quarto del calendario rispetto al Sole. Quando questo ritardo ammontasse a sette giorni, il calendario potrebbe essere rimesso al passo introducendo un anno con una settimana in più rispetto agli altri. Questo anno con la settimana intercalare avrebbe così 53 settimane e 371 giorni invece di 365. In questo modo i giorni della settimana rimarrebbero immutati.

Ma anche questa non sembra una soluzione soddisfacente da un punto di vista pratico. Tutto diventerebbe ancora più complicato: ogni 28 anni, 5 anni durerebbero 53 settimana non tanto facili da sistemare.

Pare proprio che non esista una via d'uscita.

I GIORNI EXTRA

La riforma di Giulio Cesare

Come abbiamo già visto, gli egiziani adottarono il calendario solare a causa dell'importanza determinante che l'annuale inondazione del Nilo aveva per la loro terra, dato che questa inondazione poteva essere calcolata in anticipo proprio in base ai moti del Sole. A Roma, invece, le circostanze che portarono all'adozione del calendario solare nel 46 a.C. furono di natura ben diversa.

A quell'epoca i romani, seguendo il sistema ebraico, usavano ancora il calendario lunare con i mesi intercalari. Il mese intercalare era chiamato *Mercedonius* da *merces*, che in latino significa « salario », perché il suo arrivo significava un mese di paga extra. Veniva inserito ad anni alterni alla metà di febbraio e constava di 22 o 23 giorni. Dato che il clero romano non era coscienzioso quanto quello ebraico, nel 46 a.C. il calendario romano si trovò ad avere un ritardo di 80 giorni rispet-

to al Sole. I mesi cosiddetti invernali cadevano in autunno e quelli autunnali in estate.

In quegli anni a Roma aveva il potere Giulio Cesare, un uomo che sapeva chiaramente ciò che voleva e in grado di tenere sotto il suo esclusivo controllo sia il governo sia la religione di stato. Giulio Cesare, inoltre, conosceva molto bene il calendario solare egiziano, essendo a quell'epoca appena ritornato dall'Egitto dove aveva avuto ampiamente modo di seguire i lavori degli astronomi egiziani sui calcoli solari. Pertanto Cesare decretò che l'anno 46 a.C. doveva durare 445 giorni – l'anno più lungo che la storia ricordi e designato fin da allora come l'anno della confusione – in modo che il calendario potesse rimettersi al passo con il Sole. I due mesi extra furono chiamati *undicembre* (un mese dopo dicembre) e *duodicembre* (due mesi dopo il dicembre). L'anno seguente, il 45 a.C., sarebbe iniziato con il nuovo sistema.

Il calendario imposto da Giulio Cesare nel 45 a.C. fu strettamente solare e risultò anche migliore di quello egiziano.

L'anno egiziano durava 365 giorni mentre, in effetti, l'anno tropicale (da solstizio a solstizio o da equinozio a equinozio) dura $365 \frac{1}{4}$ giorni. Ciò significa che il calendario egiziano perdeva ogni anno un quarto di giorno (6 ore) rispetto al sole e un intero giorno ogni quattro anni. Agli antichi egiziani accadeva ciò che continua ad accadere ai musulmani di oggi, solo con processo molto più lento. Dopo 1461 anni il loro calendario portava un intero anno di ritardo rispetto al Sole e, nel frattempo, le stagioni avevano fatto il giro completo dei vari anni intercorsi.

Un calendario molto simile era in uso anche presso i maya, gli indiani dell'America meridionale, che occupavano le terre dello Yucatan dell'attuale Guatemala.

Tuttavia già nel 380 a.C. un astronomo greco, Eudosso di Cnido, aveva calcolato che la durata esatta dell'anno corrispondeva a 365 giorni e 6 ore, e gli stessi astronomi egiziani sapevano dai loro calcoli che un anno constava di 365 giorni e un quarto. Tant'è vero che nel 239 a.C. il faraone Tolomeo III tentò (peraltro con scarso successo) di aggiungere al calendario normalmente in uso il quarto di giorno mancante.

Anche Giulio Cesare era quindi a conoscenza di questo quarto di giorno in più e aveva condotto apposta con sé da Alessandria un astronomo greco, Sosigene, deciso a non commettere errori. Egli decretò che ogni 4 anni sarebbe stato aggiunto all'anno normale di 365 giorni un giorno intercalare per un totale di 366 giorni. Grazie a questo giorno aggiunto ogni 4 anni, il calendario si sarebbe mantenuto sempre al passo con il Sole.

L'anno di 366 giorni si chiama *anno bisestile* e il 366° giorno *giorno bisestile*. L'anno ordinario, come abbiamo visto alla fine del capitolo precedente, dura 52 settimane e 1 giorno. Un giorno qualsiasi che cada di domenica in un particolare anno, cadrà di lunedì l'anno successivo per via del giorno che supera le 52 settimane. L'anno bisestile, di 366 giorni, dura 52 settimane e 2 giorni. Un particolare giorno che cade di domenica in un particolare anno, cadrà di martedì l'anno seguente, se nel frattempo c'è stato l'anno bisestile. Il *bisesto* (giorno bisestile) provoca infatti lo scatto di un giorno in avanti. Il tipo di *calendario* con un anno bisestile ogni quattro anni si chiama, dal nome del suo riformatore Giulio Cesare, *giuliano* e l'anno bisestile *anno giuliano*.

I romani iniziavano l'anno con le idi di marzo (15 marzo), che era la data più vicina all'equinozio di primavera. Ma il console eletto per ogni anno entrava in carica il 1° gennaio, che segnava l'inizio dell'anno poli-

tico. Giulio Cesare impose il 1° gennaio come l'inizio dell'anno a tutti gli effetti e, per una strana coincidenza, doveva venire assassinato due anni dopo, proprio alle idi di Marzo.

Trenta dí conta novembre...

Gli egiziani avevano 11 mesi di 30 giorni ciascuno e un mese di 35 giorni. Cesare distribuí i giorni eccedenti piú equamente fra i diversi mesi.

Durante gli anni bisestili, i mesi contavano rispettivamente 30 e 31 giorni ciascuno: in un intero anno bisestile c'erano 6 mesi di 31 giorni e 6 di 30, per un totale di 366 giorni. Negli anni ordinari di 365 giorni, un giorno doveva essere tolto. Sarebbe stato logico toglierlo da un mese che ne contasse 31, sarebbero cosí rimasti 7 mesi di 30 giorni e 5 di 31, un calcolo molto semplice.

In pratica non andò cosí. Fu il febbraio, che già contava 30 giorni, a perderne uno e a rimanere con soli 29 giorni negli anni normali. Secondo alcuni, questa decisione fu dettata dal fatto che i romani consideravano il febbraio un mese infausto, che era quindi bene far durare il meno possibile. Giulio Cesare nella sua riforma del calendario non pensò di cambiare il tradizionale sistema delle idi, delle none e delle calende, che fu mantenuto fino a quando, tre secoli piú tardi, Costantino introdusse l'uso della settimana.

Dopo l'assassinio di Giulio Cesare, quando suo nipote adottivo Cesare Augusto diventò imperatore di Roma, fu necessario un ulteriore aggiornamento del calendario, perché i sacerdoti avevano commesso l'errore di aggiungere un anno bisestile ogni tre invece che ogni quattro anni come Cesare aveva previsto. Visto che *Quintilis*

era stato ribattezzato *Iulius* (luglio) in onore di Giulio Cesare, nell'8 a.C. *Sextilis* fu cambiato in *Augustus* (agosto) in onore dell'imperatore.

Secondo la tradizione, pare che Augusto volle che il suo mese, originariamente di 30 giorni, ne avesse 31 come quello dedicato allo zio. Ragion per cui all'agosto venne aggiunto un giorno, preso dal già corto febbraio.

L'ordine e la durata dei mesi si sono mantenuti inalterati fino ai nostri giorni sono:

gennaio	31 giorni
febbraio	28 giorni (29 se l'anno è bisestile)
marzo	31 giorni
aprile	30 giorni
maggio	31 giorni
giugno	30 giorni
luglio	31 giorni
agosto	31 giorni
settembre	30 giorni
ottobre	31 giorni
novembre	30 giorni
dicembre	31 giorni

La superstizione e l'orgoglio, che tolsero due giorni al febbraio e ne aggiunsero uno all'agosto, sconvolsero definitivamente il ciclo alternato dei mesi di 30 e 31 giorni.

Per ricordare più facilmente la loro irregolare successione è stata inventata questa filastrocca che tutti noi abbiamo appreso fin da bambini:

Trenta dí conta novembre
con april, giugno e settembre,
di ventotto ce n'è uno,
tutti gli altri fan trentuno.

Dopo la morte di Augusto furono avanzate non poche proposte tendenti a dare ad altri mesi i nomi di altri imperatori che gli succedettero, ma queste proposte non approdarono a nulla.

Il 29 febbraio, come abbiamo visto, è il giorno bisestile. Le persone nate in questo giorno si trovano in una strana situazione rispetto al loro compleanno, che viene generalmente anticipato al 28 di febbraio.

Le statistiche indicano che su 1.461 individui, uno nasce nel giorno bisestile. Vale a dire che 2 000 000 di individui rispetto l'intera popolazione del globo festeggiano il loro compleanno nel giorno giusto solo una volta ogni quattro anni.

La riforma di papa Gregorio

Si sarebbe detto che, dopo Giulio Cesare, il calendario solare fosse finalmente a buon punto: l'anno lunare perdeva 11 giorni rispetto al Sole, il calendario egiziano, molto più avanzato, perdeva solo sei ore, ma il calendario giuliano non subiva quasi ritardi di sorta. Basato su tre anni di 365 giorni ciascuno e un quarto di 366 giorni, il calendario giuliano raggiungeva una media annua di 365 giorni e $\frac{1}{4}$.

Purtroppo la durata dell'anno non è esattamente questa. Già nel sec II a.C., l'astronomo greco Ipparco di Nicea scoprì che l'anno era leggermente più breve. Secondo i più recenti calcoli, l'anno tropicale o tropico (da un solstizio invernale al successivo solstizio invernale) dura 365 giorni, 5 ore, 48 minuti e 45,66 secondi. Dura quindi poco più di 11 minuti meno dell'anno di 365 $\frac{1}{4}$ giorni. Ne consegue che ogni anno giuliano anticipa di 11 minuti rispetto al sole. Se l'anno giuliano proseguisse immutato indefinitamente, in un periodo di

46 720 anni le stagioni si sposterebbero facendo il giro completo del calendario.

11 minuti possono sembrare una differenza talmente esigua da essere irrilevante, eppure in 128 anni l'anno giuliano arriva ad anticipare un intero giorno sul Sole. Nel tardo Medio Evo aveva guadagnato ben 10 giorni dal tempo di Costantino, e cioè dal 325 d.C., anno in cui la Chiesa aveva adattato le ricorrenze religiose al calendario. Ne risentivano molto naturalmente gli astronomi: l'equinozio di primavera si verificava l'11 anziché il 21 marzo e la stessa differenza di tempo si manifestava in rapporto all'altro equinozio e ai due solstizi. Mentre la differenza poteva anche lasciare indifferente la gente comune: il tempo della semina e del raccolto in base al calendario arrivava con 10 giorni di anticipo rispetto a mille anni prima, ma questo fatto non costituiva certo niente di sconvolgente neppure per i contadini. Chi invece era estremamente preoccupato della cosa, erano gli alti dignitari del clero.

Uno dei presupposti in base ai quali la data della Pasqua viene fissata di anno in anno è che il 21 marzo del calendario possa essere considerato il giorno dell'equinozio di primavera, anche se non corrisponde esattamente alla data dell'equinozio reale. Invece, siccome il calendario aveva anticipato un giorno ogni 128 anni, la Pasqua era stata celebrata sempre più addentro nella primavera, e la stessa cosa era successa al Natale, che aveva continuato ad avanzare nell'inverno di un giorno ogni 128 anni. La chiesa si rese conto che, se si fosse lasciato il calendario così com'era, a un certo punto si sarebbe arrivati a celebrare il Natale in primavera e la Pasqua in piena estate. Nel 1263 Ruggero Bacone, un monaco inglese studioso di questi problemi, scrisse a papa Urbano IV una lettera nella quale indicava la necessità di aggiornare il calendario. Ma prima che ciò av-

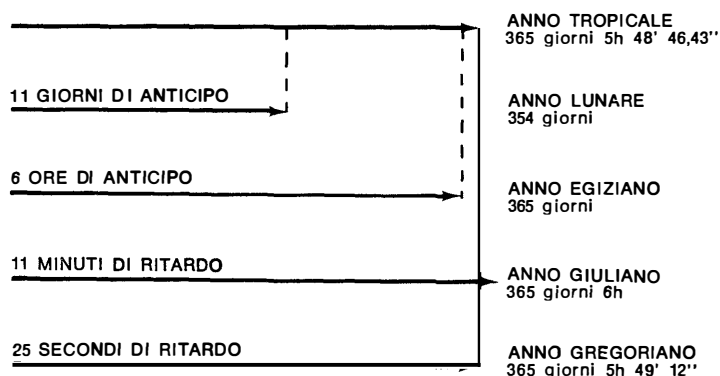
venisse dovevano passare altri tre secoli. Nel 1545 il concilio di Trento esortò il papa ad agire in questo senso. Vi furono ulteriori rinvii, ma finalmente, nel 1582, papa Gregorio XIII apportò le modifiche necessarie al calendario.

Consigliato dall'astronomo tedesco Cristoforo Clavius, papa Gregorio decretò innanzitutto che il 5 ottobre dell'anno 1582 doveva diventare il 15 ottobre 1582, e così il calendario fu nuovamente alla pari con il Sole. Quindi, per evitare che l'incidente si ripetesse di lì a qualche altro centinaio di anni, papa Gregorio decretò anche un cambiamento nel ciclo dell'anno bisestile. Il ciclo quadriennale dell'anno bisestile sarebbe rimasto immutato, ma con alcune eccezioni: gli anni terminanti con un doppio zero non sarebbero più stati bisestili, a meno che il loro numero non fosse divisibile per 400.

Secondo l'anno giuliano, ogni anno all'inizio di secolo, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, è bisestile. In base al nuovo calendario, il 1600 e il 2000, divisibili per 400, restano bisestili mentre il 1700, il 1800, il 1900 e il 2100 (che non sono divisibili per 400) non lo sono più.

Questo nuovo *calendario* si chiama *gregoriano* in onore di papa Gregorio XIII, ed è in uso ancora oggi in tutto il mondo occidentale senza che siano state apportate ulteriori modifiche. In base al calendario gregoriano, ogni gruppo di 400 anni comprende 303 anni normali e 97 anni bisestili, per un totale corrispondente a 146 mila 097 giorni. In 400 anni, il calendario giuliano aveva 300 anni normali e 100 bisestili, per un totale di 146 100 giorni. La durata media dell'anno *gregoriano* è di $146\,097 : 400$ giorni ossia di 365,2425 giorni che, in ore, minuti e secondi corrispondono a 365 giorni, 5 ore, 49 minuti e 12 secondi. L'anno gregoriano supera l'anno tropico di 25 secondi, equivalenti al tempo che il

DURATA DEGLI ANNI



calendario gregoriano anticipa sul Sole ogni anno. Benché neanche il calendario gregoriano sia quindi perfetto 25 secondi all'anno rappresentano un anticipo sul Sole di appena un giorno ogni 3.400 anni. Nel frattempo il governo sovietico ha apportato all'anno bisestile una nuova variante, ancora più minuziosa di quella apportata dal calendario gregoriano. L'anno 2800 sarà bisestile per il calendario gregoriano, ma non per quello russo, mentre il 2900 sarà bisestile per il calendario russo, ma non per quello gregoriano. Dovranno passare 35 000 anni prima che il calendario russo anticipi un intero giorno sul Sole, perché l'anno russo dura solo due secondi più dell'anno tropico.

Il calendario giuliano resiste ancora

Un secolo prima di Gregorio XIII, il mondo cristiano era ancora unito e tutta l'Europa occidentale avrebbe adottato il nuovo calendario riformato dalle autorità reli-

giose. Nel 1582, invece, la riforma protestante contava già 65 anni e buona parte dell'Europa era decisamente ostile al papa. Pertanto essa preferì di gran lunga mantenere in vita un calendario astronomicamente inesatto, piuttosto di obbedire a un pontefice romano.

Così gli stati cattolici come l'Italia, la Spagna, il Portogallo, la Polonia e la Francia, seguite ben presto da Ungheria e parte della Germania, adottarono il nuovo calendario, mentre le altre nazioni mantennero in funzione l'antico.

La Danimarca, la parte protestante della Germania e l'Olanda si decisero ad adottare il calendario gregoriano soltanto nel 1700, mentre l'Inghilterra resistette fino al 2 settembre del 1752, dopo ben due secoli.

Il 1600 era divisibile per 400, e quindi bisestile sia per il calendario gregoriano sia per quello giuliano. Il 1700 era bisestile solo per il calendario giuliano. Nel 1752, quando l'Inghilterra decise di adottare la modifica, il calendario giuliano portava 11 giorni di anticipo sul Sole, 11 giorni che dovettero essere annullati. Anche l'Inghilterra spostò l'inizio dell'anno dal 25 marzo al primo gennaio in questa occasione e, forse, il 1° di aprile è un ricordo del vecchio calendario giunto fino a noi. Il 1° di aprile, come tutti sanno, è giorno di scherzi e di burle perché, secondo alcuni, quella data anticamente segnava la fine di un'intera settimana di festività dedicate al nuovo anno.

In Inghilterra il cambiamento del calendario fu causa di gravi disordini per il fatto che molti pensarono che così facendo le autorità volessero attentare alla durata della loro vita e si ebbero persino manifestazioni di piazza davanti al Parlamento al grido di « Ridateci i nostri 11 giorni! ».

Fatto sta che per molti anni ancora parecchi inglesi tennero due calendari, anche se solo quello gregoriano

era ufficialmente riconosciuto. Si possono trovare ancora lettere dell'epoca datate nel modo seguente: March 5, 1783 O.S. (5 marzo 1783 vecchio stile, cioè secondo il calendario giuliano) oppure March 16, 1783 N.S. (16 marzo 1783 nuovo stile, a indicare il calendario gregoriano). Ambedue le date si riferiscono allo stesso giorno.

Tutto ciò coinvolse naturalmente anche la vita degli americani. Nel 1752 le colonie non avevano ancora acquistato l'indipendenza, erano soggette quindi ancora alle leggi inglesi e, di conseguenza, anch'esse abbandonarono in quell'anno il calendario giuliano per quello gregoriano.

Se, per esempio, volessimo fare una scommessa con la certezza di vincerla, potremmo tranquillamente asserire che Giorgio Washington non è nato il 22 febbraio come i testi storici riferiscono, bensì l'11 di quel mese. In effetti nel 1732, anno di nascita di Giorgio Washington, il calendario ufficiale in uso nel suo Paese, la Virginia, era ancora quello giuliano come in tutti i possedimenti inglesi del tempo. Per cui negli atti di quell'anno la data di nascita di Giorgio Washington risulta essere l'11 e non il 22 febbraio.

Ad ogni modo, la Gran Bretagna non fu l'ultima nazione europea che adottò il calendario gregoriano. La chiesa cristiana di rito greco-ortodosso, alla quale appartengono molte nazioni dell'Europa orientale e dei Balcani, si dimostrò ancora più caparbia di quella protestante e perfino di alcune nazioni non europee. Ai tempi dell'impero, la Cina usava un calendario lunare con un ciclo di 19 anni simile a quello babilonese. Il calendario gregoriano vi fu introdotto nel 1911 con l'avvento al potere dei comunisti. Paesi come la Russia e la Grecia si risolsero ad adottarlo solo dopo la fine della prima guerra mondiale.

Erano ormai passati sia il 1800 che il 1900, ambedue bisestili per il calendario giuliano, ma non per quello gregoriano. In quei Paesi il calendario portava quindi un anticipo di ben 13 giorni, che dovettero essere annullati. Ciononostante, la chiesa greca rifiuta ancor oggi di accettare il calendario gregoriano. Le comunità comuniste ortodosse di tutto il mondo celebrano il Natale il 25 dicembre, ma secondo il vecchio calendario e cioè in un giorno corrispondente al nostro 7 gennaio.

L'anno 2000 sarà bisestile per tutti e due i calendari e la discrepanza di 13 giorni non aumenterà ulteriormente fino al 2100, che sarà bisestile per il calendario giuliano ma non per quello gregoriano. In quella data i 13 giorni di differenza diventeranno 14 e il Natale ortodosso corrisponderà al nostro 8 gennaio.

I rivoluzionari francesi ci mettono le mani

Dopo quello di papa Gregorio XIII fu fatto un solo altro tentativo di modificare il calendario moderno, quello effettuato al tempo della rivoluzione francese.

Abolito il vecchio sistema di misura, i rivoluzionari ne inventarono un altro basato sul numero 10, che fu il *sistema metrico decimale* usato ancor oggi in tutto il mondo occidentale.

Il rifacimento del calendario, però, non fu altrettanto felice. Nel 1792 i rivoluzionari stabilirono un anno che iniziava all'epoca dell'equinozio di autunno, cioè circa nello stesso periodo in cui inizia l'anno ebraico. Il 22 settembre 1792, la monarchia cadde e venne proclamata la prima repubblica francese. Essendo il 22 settembre prossimo all'equinozio di autunno, la casuale vicinanza delle due date fu determinante.

A ogni mese venne dato un nuovo nome coniato da

Fabre d'Eglantine, un poeta dell'epoca, ispirato alle condizioni atmosferiche e ai prodotti della terra:

22 settembre - 21 ottobre = vendemmiaio
22 ottobre - 20 novembre = brumaio
21 novembre - 20 dicembre = frimaio
21 dicembre - 19 gennaio = nevoso
20 gennaio - 18 febbraio = piovoso
19 febbraio - 20 marzo = ventoso
21 marzo - 19 aprile = germinale
20 aprile - 19 maggio = floreale
20 maggio - 18 giugno = pratile
19 giugno - 18 luglio = messidoro
19 luglio - 17 agosto = termidoro
18 agosto - 16 settembre = fruttidoro

Ogni mese constava di 30 giorni, per un totale di 360.

Dal 17 al 21 settembre incluso, c'erano cinque giorni di festa che non appartenevano ad alcun mese, e che portavano il totale dell'anno a 365 giorni secondo un sistema molto simile a quello del calendario egiziano. Gli anni bisestili, computati secondo il sistema gregoriano, avrebbero avuto sei festività.

La settimana venne abolita. Ogni mese era diviso in tre gruppi di dieci giorni ciascuno, chiamati *decadi*, anche questo secondo un sistema che ricorda quello egiziano. I giorni delle decadi erano indicati in latino: *primidi*, *duodi* (primo giorno, secondo giorno) e così via.

A prima vista un simile calendario colpisce subito per la sua logica: i mesi sono uguali e corrispondono esattamente ai cicli stagionali. I primi tre (autunno) hanno nomi che finiscono in « -aio », i secondi tre (inverno) nomi che finiscono in « -oso », i terzi tre (primavera) nomi che finiscono in « -ale », « -ile » e i quarti tre (estate) nomi che finiscono in « -idoro ». Sembra anche

molto logico che i nomi dei mesi siano ispirati alle condizioni atmosferiche, dato che fanno riferimento ai venti di marzo, alle piogge di aprile e ai fiori di maggio.

Ma il sistema francese presentava anche notevoli limiti. Ammesso che gli altri Paesi d'Europa (allora in guerra con la Francia) fossero stati disposti ad accettare il calendario rivoluzionario compresi i nomi francesi dei mesi e dei giorni, il nuovo sistema di organizzare il computo del tempo annullava le domeniche, e questo fatto non poteva certo essere gradito a nessuno. Quanto ai nomi francesi dei mesi, sappiamo molto bene che le condizioni atmosferiche variano da regione a regione. Nell'emisfero meridionale le stagioni hanno un ciclo opposto a quello dell'emisfero settentrionale. In Argentina, per esempio, il termidoro (caldo) capiterebbe in pieno inverno e il nevoso (neve) in piena estate. Gli arabi, dal canto loro, non potrebbero mai accettare un mese il cui nome è ispirato alla pioggia, mentre nel Congo, ci si chiederebbe come il nome di un mese possa essere ispirato al nevischio.

Il calendario francese fu adottato solo in Francia e resistette per poco più di 13 anni, dopo i quali lo si dovette abbandonare.

Una delle pochissime cose che ha lasciato è costituita dalle date di alcuni eventi storici dell'epoca. I francesi, parlando della fine del Terrore avvenuta il 27 luglio 1794 quando Robespierre e i suoi seguaci furono arrestati e condannati a morte, usano spesso indicarla come il 9 termidoro, mentre coloro che agirono in questa rivoluzione amarono autodefinirsi termidoriani. Poco più tardi, il 9 novembre 1799, Napoleone salì al potere. Questo evento è spesso rammentato come il colpo di stato di brumaio.

La riforma del calendario moderno tende a dare una uguale durata alle quattro stagioni dell'anno. Esiste un

movimento in favore di un cosiddetto *calendario mondiale*, nel quale i mesi dovrebbero contare 31, 30, 30, 31, 30, 30, 31, 30, 30, 31, 30 e 30 giorni ciascuno, nell'ordine suddetto. Ogni quarto dell'anno, equivalente a tre mesi, conterebbe 91 giorni e ogni data corrisponderebbe allo stesso giorno della settimana ogni anno. Questo calendario dovrebbe contare un totale di 364 giorni piú un 365° giorno indipendente dalla settimana, chiamato Giorno dell'anno. Negli anni bisestili, il bisesto si aggiungerebbe alla fine di giugno senza inserirlo nella settimana.

In passato ci fu una mozione in favore del *calendario fisso internazionale* formato da un anno di 13 mesi, tutti di 28 giorni e perfettamente identici fra loro. Il tredicesimo mese, chiamato *Sol*, si sarebbe inserito fra il giugno e il luglio. Ma, come sappiamo, il numero 13 non è facilmente divisibile ed è poco pratico da usare. La mozione fu quindi respinta e l'idea di un anno di 13 mesi abbandonata.

CONTIAMO GLI ANNI

Identificazione dell'anno

Una volta stabilito l'anno, qualsiasi tipo di anno, lunare o gregoriano che sia, viene spontaneo il desiderio di distinguerlo dagli altri anni uguali. Il sistema piú semplice e antico per indicare un determinato anno è fare riferimento a un qualche avvenimento avvenuto nel corso di esso. In famiglia o parlando con amici ci capita spesso e comunemente di dire : « L'anno in cui mia cugina venne a trovarci » oppure « L'anno in cui presi la maturità classica » e cosí via. Se facessimo riferimento ad avvenimenti di interesse piú generale, ecco che sarebbe molto facile per tutti individuare gli anni di cui stiamo parlando.

A New York, per esempio, il 1888 è l'anno della bufera e il 1947 l'anno della grande nevicata. Nella nuova Inghilterra il 1934 è l'anno della gelata, il 1938 quello dell'uragano e il 1955 quello dell'inondazione. Per

tutti gli Stati Uniti in genere il 1941 è l'anno di Pearl Harbour e il 1929 l'anno del crollo di Wall Street.

Altri anni meno drammatici si potrebbero indicare numerandoli a partire da quelli importanti. Potremmo dire per esempio: « Tre anni prima del crollo di Wall Street » oppure « Un anno prima di Pearl Harbour ». Gli antichi usavano riferirsi agli anni in cui ogni singolo re era al potere. Nella Bibbia, in cui i regni dei vari re di Israele e di Giudea sono annotati con estrema precisione, gli anni vengono indicati con frasi come: « Nel terzo anno del regno di Giosafat » oppure « Nel ventiduesimo anno del regno di Manasse ».

Datate gli anni a questo modo era sicuramente facile e comodo per gli scribi e per tutti quelli che lavoravano agli annali di corte, ma la gente comune non doveva orientarsi con altrettanta facilità. Questo sistema di numerazione degli anni venne quindi alla fine abbandonato, anche se è in uso tutt'oggi, sia pure solo formalmente e nei documenti ufficiali, presso alcuni stati che si reggono ancora con un sistema monarchico.

Molto più comodo scegliere un determinato anno, e iniziare la numerazione a partire da quello senza dover ricominciare ogni volta daccapo. Fu così che venne stabilita l'*era cronologica*.

Le varie ere

I greci furono fra i primi popoli costretti a stabilire un'era cronologica. Essi vivevano divisi in città indipendenti la maggior parte delle quali aveva un governo repubblicano, e ogni città contava gli anni dagli uomini che si succedevano al potere. In molti casi questi uomini venivano eletti e duravano in carica appena un anno. Gli ateniesi per esempio elencavano gli anni con la for-

mula: « L'anno in cui il tal dei tali era arconte » (l'arconte era il primo magistrato di Atene), formula comoda e comprensibile per i magistrati ateniesi, ma per le altre città? Era necessario un sistema comprensibile a tutti. Così i greci decisero di basarsi sull'unico avvenimento celebrato allo stesso tempo in tutta la Grecia: le gare olimpiche.

Le gare avevano luogo ogni quattro anni, e ogni periodo di quattro anni fu chiamato *olimpiade*. Quando un greco di una qualsiasi città indicava un evento occorso per esempio « nel secondo anno della 92^a olimpiade », tutti i greci di tutte le altre città lo capivano. Così nacque l'*era delle olimpiadi*.

Gli storici hanno controllato l'era delle olimpiadi confrontando determinati eventi datati con questo sistema con le date corrispondenti stabilite da altri storici dell'epoca, ma di diversi Paesi e che usavano quindi sistemi differenti. Le date nei differenti sistemi combaciavano. Si confrontò uno qualsiasi di questi sistemi con quello usato da noi e si risalì così fino alle date secondo gli anni del nostro sistema. Qualsiasi eclisse datata anche approssimativamente e in base a uno qualsiasi degli antichi sistemi è un vero e proprio colpo di fortuna. Si possono contare gli anni astronomici all'indietro e stabilire la data esatta dell'eclisse nel nostro sistema di contare gli anni.

Lavorando a questo modo si è appurato che la prima olimpiade, come riportata dai documenti greci, ebbe luogo nel 776 a.C. Del pari, la battaglia di Maratona (490 a.C.) fu combattuta nel 3° anno della 71^a olimpiade e Alessandro Magno morì nel 2° anno della 679^a olimpiade (323 a.C.).

Il ciclo quadriennale rappresenta la maggiore difficoltà dell'era delle olimpiadi. È molto più semplice contare gli anni uno dopo l'altro in progressione continua.

Per questo motivo vennero stabiliti altri sistemi, soprattutto dopo che Alessandro Magno ebbe conquistata l'Asia Minore.

Gli astronomi di Alessandria cominciarono a datare gli anni dal giorno in cui Nabonasser diventò re di Babilonia. L'*era di Nabonasser* iniziò nel 747 a.C. e fu molto utile agli astronomi perché collegò le loro osservazioni a quelle fatte secoli prima dai babilonesi.

In seguito una nuova era cominciò in quello che restava delle regioni asiatiche dell'impero di Alessandro dopo la sua morte. Queste regioni appartenevano all'impero seleucida, così chiamato perché il suo primo governatore fu Seleucus Nicator, un generale di Alessandro. Nel 312 a.C. Seleucus Nicator vinse la battaglia di Gaza, conquistò Babilonia e instaurò ufficialmente il suo dominio. Il 312 a.C. venne considerato il primo anno della nuova era. La nuova era fu chiamata in vari modi: *era macedone*, *era sirio-macedone* ed *era greca*. ma il termine più comunemente usato è *era seleucida*. Il 1960, per esempio, è il 2272 dell'era seleucida. L'era seleucida resistette nell'Asia Minore molto tempo anche dopo la caduta dell'impero seleucida, che avvenne nel 64 a.C. (anno 258 dell'era seleucida) perché quando una società ha cominciato a numerare gli anni in un determinato modo è molto difficile cambiare sistema, dato che il cambiamento complica i rapporti con tutte le date precedenti.

Gli ebrei, che furono per molti anni soggetti alla dominazione dei re seleucidi e conquistarono l'indipendenza nel 142 a.C. (anno 180 dell'era seleucida), tentarono di stabilire una nuova era a partire dal 166 a.C., quando sotto Giuda Maccabeo si rivoltarono per la prima volta. L'anno 180 dell'era seleucida è anche l'anno 14 dell'*era dei Maccabei*.

Ma il passaggio da un'era all'altra risultò estremamen-

te complicato e ancora per molti anni, anche dopo la diaspora, gli ebrei mantennero l'era seleucida per tutto quanto riguardava il commercio. Questo fatto rende l'era seleucida particolarmente importante: tramite gli ebrei la si può confrontare con molte altre ere locali e con i diversi sistemi di conteggiare gli anni, rendendo così possibile stabilire le date con certezza.

Dalla fondazione dell'Urbe

Le ere più importanti dell'antichità ebbero origine da Roma, che governò gran parte dell'Europa portando ovunque le sue leggi e i suoi costumi.

Anche i romani avevano le loro ere speciali. Per esempio l'*era giuliana* che inizia con la riforma del calendario indetta da Giulio Cesare. Il primo anno dell'era giuliana, 45 a.C., è molto importante per noi perché da allora (almeno nel mondo occidentale) il calendario si è mantenuto pressoché immutato, mentre prima i calendari seguivano diversi sistemi e alcuni di questi erano molto confusi.

Le varie ere iniziate per compiacere Augusto, il successore di Cesare, ci sembrano meno ben congegnate. L'*era spagnola* inizia nel 38 a.C. quando Augusto (allora chiamato molto semplicemente Ottaviano) conquistò la Spagna e diventò una figura di primo piano nel mondo romano. Questa era veniva detta anche *era dei Cesari* e fu usata entro un certo limite nell'Europa sud-occidentale fino quasi al sec. XV. L'*era di Azio* comincia nel 32 a.C., quando Augusto sconfisse Marco Antonio nella battaglia navale di Azio e diventò padrone incontrastato del mondo romano. Infine nel 27 a.C. quando a Ottaviano fu dato il titolo di Augusto, comincia l'*era augustea*. Tutte queste ere ebbero più o meno fortuna

a seconda delle varie parti dell'impero, ma nessuna di esse resisté a lungo.

Molto piú tardi, in onore di Diocleziano, fu instaurato un nuovo sistema che ebbe un certo successo e fu l'*era diocleziana*. Cominciò nel 284 d.C., anno in cui Diocleziano fu proclamato imperatore. È chiamata anche l'*era dei martiri*, perché durante il regno di questo imperatore ebbe luogo l'ultima e la piú sanguinosa persecuzione dei cristiani. Questo sistema è tuttora usato in Egitto e in Etiopia dai cristiani di rito copto.

L'era usata nell'ultimo periodo dell'impero romano e per un certo numero di secoli anche dopo la sua caduta fu detta *era romana*, che contava gli anni dalla fondazione della città di Roma. In certi casi è chiamata anche *era di Varrone* perché fu lo storico romano Marco Terenzio Varrone a risalire fino alle antiche fonti e a stabilire che Roma era stata fondata in una data corrispondente al nostro 753 a.C. Per numerare le date dell'era romana, gli scrittori usavano l'abbreviazione *a.u.c.*, che significa *ab urbe condita* e cioè « dalla fondazione dell'urbe ».

In Oriente un sistema simile diede origine all'*era giapponese* che inizia nel 660 a.C., anno in cui Jimmu, il leggendario primo imperatore del Giappone, salí al potere; similmente, l'*era cinese* data dal 2277 a.C. quando il leggendario imperatore Yao salí al trono. I Maya dell'America centrale, dall'altra parte del globo contavano gli anni dal 3641 a.C. (*era maya*).

Dall'inizio del mondo

Dopo l'avvento del cristianesimo, l'era romana divenne sempre meno popolare. Gli scrittori cristiani, per esempio, spesso contavano gli anni dalla nascita del pa-

triarca Abramo anziché dalla fondazione della città di Roma.

Uno dei primi storici della chiesa, Eusebio di Cesarea, basandosi sulle fonti bibliche e la tradizione, concluse che questa aveva avuto luogo 1263 anni prima della fondazione di Roma, data che, nel nostro attuale sistema, corrisponde al 2016 a.C. La caduta dell'impero romano d'occidente (476 d.C.) ebbe luogo nel 1229 a.u.c., che corrisponde al 2492 dell'*era di Abramo*. L'anno 1964 corrisponde al 3980 della stessa era.

Gli Indú ebbero anch'essi la loro era, l'*era indú*, che inizia nel 3012 a.C., data corrispondente a quella da loro stabilita per il diluvio.

Ebrei e cristiani ebbero però la necessità di datare anche eventi occorsi prima dell'inizio della loro era, problema sentito del resto anche da noi moderni.

Questo problema non turbava invece i greci, cui non importava minimamente di datare avvenimenti storici anteriori alle gare olimpiche (eccettuata forse la guerra di Troia), e neppure i romani, cui non importava di datare avvenimenti occorsi prima della fondazione della loro città (fatta eccezione forse anche per loro la guerra di Troia).

Ebrei e cristiani erano invece profondamente interessati agli avvenimenti della storia del mondo fin dalle più lontane origini. Essi cercarono quindi di stabilire quando avesse avuto luogo la creazione, in modo da poter fissare un'*era mondana*, vale a dire « del mondo ». Gli anni si sarebbero potuti contare dal primo assoluto e nessuno più si sarebbe dovuto preoccupare di eventi anteriori all'inizio dell'era.

La più nota fra queste ere ancora in vigore è l'*era mondana ebraica*, usata dal sec. X fino a oggi per contare gli anni del calendario ebraico. Gli esperti ebrei della Bibbia calcolarono che la creazione aveva avuto luogo

nel 3760 a.C., pertanto nel settembre del 1964 ebbe inizio l'anno ebraico 5725.

Molti studiosi cristiani arrivarono invece a risultati differenti. Verso il 1650 l'arcivescovo Ussher (un vescovo irlandese della chiesa anglicana) calcolò la data della creazione nel 4004 a.C. (*era mondana cristiana*), data che ci è più familiare perché la troviamo riportata in molte edizioni della Bibbia. Ad ogni modo calcoli precedenti l'avevano situata sia nel 5490 a.C. (*era mondana di Antiochia*), sia nel 5500 a.C. (*era mondana di Alessandria*), sia nel 5508 a.C. (*era mondana di Costantinopoli*).

L'era mondana di Costantinopoli fu usata per diversi secoli nell'impero romano d'Oriente, e pertanto, dal nome della capitale, fu detta anche *era bizantina*, e fu usata in Russia fino al tempo di Pietro il Grande. Nel 1700 questo zar decretò che la Russia doveva adottare il calendario giuliano, probabilmente per imitare l'Inghilterra, nazione che Pietro il Grande ammirava moltissimo. Ma quando mezzo secolo più tardi l'Inghilterra abbandonò il calendario giuliano per quello gregoriano, Pietro il Grande era ormai morto, e la Russia non adottò la stessa riforma rimanendo così ferma al calendario di Giulio Cesare. L'era bizantina è ancora usata presso certe chiese ortodosse. L'anno 1964 corrisponde al 7472 dell'era bizantina.

L'era che vinse

Comunque, tutte queste ere finirono per essere soppiantate da quelle basate sull'unico evento che i cristiani considerano determinante per la storia del mondo, la nascita di Cristo. La Bibbia non ne dà né il giorno né l'anno esatto, dice semplicemente: « Fu pubblicato in

quegli anni un ordine di Cesare Augusto, che tutti gli abitanti della terra fossero registrati per iscritto. Questo censimento fu il primo che si facesse e si compì sotto Quirino, governatore della Siria. ».

Questo passo del Vangelo di Luca data l'evento in relazione al governatore in carica, sistema piuttosto comune ma non esauriente. Augusto regnò dal 742 a.u.c. al 787 a.u.c., quindi Cristo dovrebbe essere nato entro queste due date. Il campo delle ricerche si potrebbe restringere trovando gli anni in cui Quirino fu governatore della Siria, ma questo è molto più difficile.

Verso il 535 d.C. uno studioso, Dionisio Esiguo, portò argomenti determinanti per dimostrare che Cristo era nato nel 753 a.u.c. e iniziò pertanto un movimento tendente a datare gli eventi da quell'anno. Lo strano è che, a dispetto dell'importanza della scoperta, il movimento dovette lottare duramente per imporsi. La prima ad adottare questa era cristiana (chiamata anche *era dionisiaca* da Dionisio Esiguo) fu la chiesa di Roma, e il primo importante capo laico che la adottò fu probabilmente Carlo Magno verso la fine del sec. VIII, che la impose a tutto il suo impero comprendente allora la Francia attuale, la Germania e buona parte dell'Italia.

Le date precedenti la nascita di Cristo vengono indicate con la abbreviazione a.C. (avanti Cristo). Così, per esempio, Socrate fu giustiziato nel 390 a.C. Le date posteriori la nascita di Cristo sono indicate con l'abbreviazione d.C. (dopo Cristo) o anche a.D. (*annus Domini*, « anno del Signore »): Pearl Harbour fu bombardata nel 1941 d.C.

Questa era è adesso usata anche da parecchie popolazioni di religione non cristiana in quasi tutto il mondo, specialmente per quanto concerne gli affari e gli accordi internazionali.

I non cristiani hanno comunque una spiccata tenden-

za a definire questa come l'*era volgare* o *comune*, onde evitare di offendere le loro credenze religiose. Essi abbreviano quindi le date così: 1941 e.c. o anche 390 b.c.e. (prima dell'era comune).

C'è anche una tendenza abbastanza diffusa a evitare l'abbreviazione a.C. e a indicare gli anni precedenti la nascita di Cristo con un segno « meno » prima della data. Quindi per esempio della battaglia di Zama, nella quale Roma sconfisse Annibale, si può anche scrivere che fu combattuta nell'anno – 202.

Una cosa non va dimenticata a proposito del nostro attuale metodo di numerare gli anni: l'anno precedente la nascita di Cristo, e cioè precedente l'1 d.C., è l'1 a.C. L'anno 0 non esiste.

Un altro particolare di cui tener conto a proposito dell'era cristiana è che, a quanto pare, Dionisio Esiguo commise un errore. Secondo il Vangelo di San Matteo, Erode il Grande era ancora vivo al tempo della nascita di Cristo. Ora si sa con certezza che Erode morì nel 749 a.u.c., quindi quattro anni prima della data indicata da Dionisio come inizio dell'era cristiana. Di conseguenza Cristo non può essere nato dopo il 4 a.C., anzi alcuni arrivano a spostare la data addirittura al 7 a.C. se non prima. Ma ormai è troppo tardi per cambiare tutto. Così le cose restano come sono e la nascita di Cristo viene generalmente indicata nei libri di storia nel 4 a.C., per quanto la cosa possa suonare strana.

Ulteriori variazioni

Anche dopo l'avvento dell'era cristiana, altre ere differenti furono preferite dagli stessi cristiani. Per esempio l'*era armena* data dal 552 d.C., quando la chiesa armena si staccò da Costantinopoli.

Ma l'era cronologica che si affermò maggiormente dopo la venuta di Cristo fu quella musulmana. L'era *musulmana* conta gli anni dal 622 d.C., cioè dall'Egira, vale a dire dalla fuga di Maometto dalla Mecca a Medina. Gli abitanti di Medina accolsero la parola di Maometto fin dal suo arrivo e gli fornirono il primo manipolo di guerrieri votati ai suoi insegnamenti. Questa data è quindi considerata come la fondazione della religione maomettana. Nel mondo occidentale, riferendosi all'era musulmana, si usa l'abbreviazione a.H. per *annus Hegirae*, cioè « anno dell'Egira ».

Ciò che rende l'era musulmana tanto particolare è che è costituita da anni lunari di 354 giorni ciascuno. Di tutte le ere che abbiamo finora menzionato, questa è l'unica che non corrisponde alle altre anno per anno. Per esempio, visto che l'era romana comincia nel 753 a.C., qualsiasi anno dell'era cristiana può trovare il corrispondente anno dell'era romana aggiungendo semplicemente 753 anni. Ciò vale anche per le altre ere, tenendo però conto che il primo giorno dell'anno potrebbe non essere lo stesso nelle due ere messe a confronto. In un caso simile fare una semplice addizione o sottrazione potrebbe far perdere il conto di un anno. L'era musulmana, per esempio, non può essere cambiata facilmente in un'altra semplicemente aggiungendo o sottraendo un certo numero di anni.

Tra il 622 d.C. e il 1959 d.C. sono trascorsi 1337 anni solari di circa 365,2425 giorni. Il totale dei giorni è quindi 488 093 $\frac{1}{2}$, un numero di giorni corrispondente a 1379 anni lunari. Come ben si vede, nell'intervallo il calendario musulmano ha guadagnato almeno 42 anni su quello gregoriano, cioè un anno ogni 33, come abbiamo già avuto modo di spiegare. Per questa ragione, sebbene il 1959 sia l'anno solare 1337 a partire dall'Egira, esso risulta essere il 1379 a.H. L'anno mu-

sulmano continuerà a guadagnare terreno su quello gregoriano e i due si ritroveranno fra circa ventimila anni con la stessa data: il 20874 d.C. sarà anche il 20874 a.H.

L'*era persiana* inizia nel 632 d.C. (10 a.H.), quando l'ultimo re persiano del periodo premaomettano venne sconfitto dagli arabi. Alcuni persiani scapparono in India e mantennero la loro religione di adoratori del fuoco. Sono questi i Parsi, che usano ancora ai nostri giorni l'*era persiana*.

Alcuni stati hanno a volte sistemi particolari, nazionalistici, di contare gli anni. Per esempio negli Stati Uniti alcuni documenti ufficiali vengono datati con il tale o il tal altro anno della dichiarazione di indipendenza. Il 4 luglio 1959 inizia il 183° anno di questa indipendenza. Ma ciò non significa che si tratti di una vera e propria era, si tratta soltanto di un po' di orgoglio nazionale. Nello stesso modo, durante il periodo fascista in Italia si volle rinnovare il calendario. Mussolini salì al potere il 28 ottobre 1922 e trovò di grande prestigio cominciare a numerare gli anni in numeri romani da quella data. Venne considerata in un certo senso una nuova era, anche se l'*era cristiana* era ancora accettata.

L'unico tentativo serio di rimpiazzare l'*era cristiana* fu fatto dai rivoluzionari francesi del cui calendario abbiamo già ampiamente parlato. Contarono gli anni dal 22 settembre 1792, l'avvento della repubblica, e chiamarono quell'anno I dell'*era repubblicana*. Anch'essi usarono i numeri romani. Un simile tentativo da parte dei rivoluzionari fu ancora più assurdo dei nomi dei loro mesi. Venne abolito nel XIV anno dell'*era repubblicana* e non durò neanche quanto l'*era fascista*.

L'unico ricordo che ce ne rimane oggi sono le date di alcuni eventi dell'epoca. La gente parla ancora per esempio della costituzione del III anno della repubblica, o della costituzione dell'VIII anno.

INIZIO DELLE ERE

Nome dell'era	Altri eventuali nomi	Anno d'inizio secondo l'era cristiana
Era bizantina	Era mondana di Costantinopoli . .	5508 a.C.
Era mondana di Alessandria		5500
Era mondana di Antiochia		5490
Giorno Giuliano 1		4713
Era mondana cristiana		4004
Era mondana ebraica		3760
Era maya		3641
Era indú		3012
Era cinese		2277
Era di Abramo		2016
Era delle Olimpiadi		776
Era romana	Era di Varrone . . .	753
Era di Nabonasser		747
Era giapponese		660
Era buddista		543
Era seleucida	Era siriana	312
	Era macedone	
	Era sirio-macedone	
Era dei Maccabei		166
Era giuliana		45
Era spagnola	Era dei cesari . . .	38
Era di Azio		32
Era augustea		27
Era diocleziana	Era dei martiri . . .	284
	Era comune	
Era cristiana	Era di Dionisio . . .	1 d.C.
Era armena		552
Era musulmana		622
Era persiana		632
Era repubblicana		1792

OLTRE IL LIMITE DELL'ANNO

Secoli e millenni

Come abbiamo già visto, un'olimpiade è un periodo di quattro anni. I romani facevano il censimento ogni 5 anni e chiamavano questo periodo *lustrum*. L'ultimo lustrum ebbe luogo nel 74 d.C. Sotto l'imperatore Diocleziano fu instaurato un sistema tributario in cui l'imponibile veniva verificato ogni quindici anni. Il periodo di quindici anni venne chiamata *indizione*. La chiesa medioevale lo mantenne e poco dopo il 1200 lo calcolò dalla nascita di Cristo invece che dal tempo di Diocleziano. Il 1964 ha dato inizio alla 133ª indizione.

Un intervallo di anni più comune, comodo e ancora abbastanza in uso è la *decade*. Negli Stati Uniti, per esempio, il censimento ha luogo ogni dieci anni. Periodi di dieci anni vengono spesso usati nelle espressioni comuni come « gli allegri anni Trenta » o i « favolosi Venti », che aiutano a mantenere popolari le decadi.

Per un periodo di tempo superiore si usa alle volte il termine vago di *generazione*, riferendosi al numero medio di anni che occorre in genere all'uomo per passare dalla nascita allo stato di genitore: all'incirca una trentina d'anni. Insomma, in un secolo ci sarebbero, grosso modo, tre generazioni.

Abbiamo quindi il termine *secolo*, che indica un periodo di cento anni, e quello meno usato di *millennio* che indica mille anni. Molto frequentemente si allude al nostro tempo indicandolo come il ventesimo secolo, cioè naturalmente, il ventesimo secolo dopo la nascita di Cristo. Il primo secolo andava dall'anno 1 al 100 d.C., il secondo secolo dal 101 al 200 d.C., il terzo dal 201 al 300 d.C., e così via.

Il numero del secolo supera sempre di uno il numero che si ottiene togliendo gli ultimi due numeri dell'anno. Così il 675 fa parte del VII secolo, il 1628 appartiene al XVII secolo, il 1842 al XIX secolo.

C'è un lieve imbarazzo per gli anni che terminano con un doppio zero. Dato che i secoli si indicano con il sistema che abbiamo appena menzionato, è logico pensare che il 1900 sia il primo anno del XX secolo, mentre invece, non lo è. Infatti, come abbiamo già detto, il primo secolo va dall'anno 1 all'anno 100 d.C. Di conseguenza il secondo secolo inizia nel 101 d.C. e, per includere a sua volta ancora cento anni, deve finire il 31 dicembre del 200 d.C. Il terzo secolo comincia nel 201 d.C. e così via. Continuando il calcolo, il XX secolo inizia nel 1901 d.C. e il 1° gennaio del 1901 è il primo giorno del XX secolo.

Allo stesso modo si cominciano a contare i millenni aggiungendo 1 al numero che risulta togliendo le ultime tre cifre della data. Il primo millennio d.C. va dall'anno 1 all'anno 1000 d.C. Ci stiamo adesso avvicinando alla fine del 2° millennio, che finirà nell'anno 2000.

Fra i seguaci di alcune sette cristiane è viva la credenza in base alla quale Cristo tornerà un giorno e governerà il mondo in perfetta giustizia per mille anni prima del Giudizio Universale. Per questa ragione, in alcuni casi la parola millennio si riferisce anche a un vago futuro di perfezione assoluta. Esistono inoltre termini, come *era* o *età*, che indicano periodi indefiniti di tempo molto più lunghi di mille anni.

Presso gli antichi egiziani esisteva inoltre un termine che indicava un periodo di tempo ben definito superiore ai mille anni. Abbiamo visto come l'anno egiziano era formato di 365 giorni invece che di 365 giorni e $1/4$. Ciò comportava che alla fine di ogni anno le stelle non si trovavano nello stesso identico punto del cielo in cui erano all'inizio dell'anno. Gli egiziani inoltre onoravano di particolare attenzione una stella eccezionalmente lucente, Sirio, che essi chiamavano Sotis. All'inizio di un determinato anno, Sirio sorge insieme con il Sole. Il sorgere di una stella insieme con il Sole si indica con il termine *alba eliaca* (da *elios*, il nome greco del Sole), e significa che la stella si trova sullo stesso meridiano del Sole. All'inizio dell'anno successivo, la stella si trovava $1/4^\circ$ a est rispetto al Sole; all'inizio dell'anno ancora successivo essa si trova a $1/2^\circ$ a est, e così via. Occorrevano 1461 anni perché l'alba eliaca di Sirio si ripetesse all'inizio dell'anno, dato che 1461 anni egiziani corrispondono a circa 1461 anni tropicali: era quello che gli antichi egizi chiamavano *ciclo sotico*.

Il ciclo delle eclissi

Tutti questi periodi di tempo superiori all'anno non sono in pratica che dei raggruppamenti convenzionali di anni e si basano quindi sul computo di essi. Se l'anno

egiziano fosse assolutamente esatto, non esisterebbe neanche il ciclo sotico.

Esiste qualche altro fenomeno, come il giorno e la notte o le fasi della Luna o il lento scivolare del Sole fra le stelle, sul quale sia possibile basare una nuova unità di tempo superiore all'anno? La risposta è sí, anche se tali unità di tempo non sono generalmente di grande utilità pratica.

Abbiamo già visto come l'eclissi di Sole si verifica quando il Sole e la Luna si trovano sui nodi, cioè sui punti in cui i percorsi dei loro moti apparenti si intersecano sulla volta celeste.

Ciò avviene in momenti diversi e con leggere varianti rispetto alla posizione ideale. Di conseguenza si verificano diversi tipi di eclisse, totale o parziale, sia di Sole sia di Luna. Il tempo, il luogo e il genere di eclisse possono essere calcolati in anticipo con precisione matematica dagli astronomi che hanno studiato i moti apparenti del Sole e della Luna. Nel corso di 18 anni 11 e $\frac{1}{3}$ giorni hanno luogo circa 29 eclissi lunari e 41 eclissi solari, secondo un particolare ciclo di successione.

Dopo questo periodo di 18 anni 11 e $\frac{1}{3}$ giorni, il Sole e la Luna si ritrovano, rispetto ai nodi, nella stessa posizione in cui si trovavano originariamente, e l'intero ciclo ricomincia con successione pressoché invariata, tenuto però conto di alcune irregolarità che presenta il moto della Luna e che a poco a poco alterano il ciclo.

I babilonesi scoprirono questo ciclo verso il 550 a.C. e lo chiamarono *saros*. Un astronomo ateniese, Metone, se ne servì circa un secolo più tardi per far combaciare il calendario lunare con il Sole. Il sistema da lui inventato si chiamò *ciclo metonico*.

Benché gli astronomi siano pienamente soddisfatti per quanto riguarda la successione del ciclo delle eclissi, un comune osservatore non lo sarebbe altrettanto.

A causa di quel terzo di giorno previsto dal saros, la Terra ha il tempo di ruotare $1/3$ in piú del suo giro quotidiano. In altre parole, supponendo che l'eclissi si sia verificata a New York, bisogna aspettare un prossimo ciclo di eclissi per vederne un'altra da New York. Passano 18 anni e 11 giorni (o 10 giorni se nell'intervallo capitano cinque anni bisestili invece di quattro) e ancora $1/3$ di giorno, vale a dire 8 ore; ma nel frattempo la Terra ha ruotato per un altro terzo del suo giro, e l'eclisse non è piú visibile da New York bensí dall'isola di Wake o dalla Nuova Caledonia. Fortunatamente un'eclisse di Luna è visibile da una vasta fascia di superficie terrestre, il che ha permesso di scoprire il saros.

Tre saros fanno un totale di 54 anni e 32 giorni (31 se gli anni bisestili in essi compresi sono 13 invece di 12). Conseguentemente, se l'eclisse è visibile da un certo punto della Terra, un'eclisse dello stesso tipo sarà visibile dallo stesso punto della terra 54 anni e 32 o 31 giorni piú tardi. Questo fenomeno astronomico che si ripete a intervalli di circa mezzo secolo è una specie di *triplo saros*.

La precessione degli equinozi

La Terra non è una sfera perfetta. È lievemente schiacciata ai poli. Il diametro della Terra all'equatore supera di km 41,834 quello che giunge ai poli. Non è molto in un diametro totale di km 12 711, ma ne consegue che la Terra si comporta come se fosse una sfera con un involucro roccioso di circa km 20,917 nel suo punto piú spesso avvolto tutto intorno all'equatore.

La Luna si trova per lo piú un po' al di sopra o al di sotto dell'equatore. Se la Terra fosse una sfera per-

fetta, questo non avrebbe importanza, ma il *rigonfiamento equatoriale* esiste e la gravità della Luna lo attrae. Come risultato di questa attrazione, la Terra oscilla come una trottola, sia pur molto lentamente. Questa oscillazione causa uno spostamento dell'asse terrestre. La direzione in cui l'asse punta forma un intero circolo in 25 800 anni. Questo periodo venne stabilito per la prima volta dall'astronomo greco Ipparco verso il 130 a.C.

Come abbiamo già visto, la posizione degli equinozi e dei solstizi dipende dall'inclinazione dell'asse terrestre. Se questa fosse sempre identica e orientata nella stessa direzione, la posizione del Sole fra le stelle agli equinozi e ai solstizi non varierebbe mai, invece, in questo modo, i due equinozi e i due solstizi si presentano 50 secondi angolari più a ovest ogni anno. Questo anticipo, per così dire, viene indicato con il nome di *precessione degli equinozi*.

Ai tempi dell'antico Egitto, l'equinozio di primavera si verificava quando il Sole era nella costellazione del Toro; ai tempi dell'antica Grecia e di Roma, l'equinozio aveva luogo invece in quello dell'Ariete, costellazione che nello zodiaco precede il Toro; ora, il Sole al momento dell'equinozio di primavera si trova nei Pesci. Questo spostamento del Sole da una costellazione all'altra a causa della precessione degli equinozi si verifica ogni 2.150 anni. Il fenomeno, tuttavia, non altera il calendario. L'anno gregoriano si basa sull'anno tropicale, viene misurato da solstizio a solstizio o da equinozio a equinozio e tiene conto della precessione degli equinozi.

L'anno che misura l'intervallo di tempo fra due momenti in cui la linea che unisce Terra e Sole punta sulla stessa stella (qualunque sia l'inclinazione dell'asse terrestre) è l'*anno siderale*. Questo anno dura 365 giorni

6 ore 9 minuti 9,5 secondi, cioè venti minuti più dell'anno tropicale. Comunque l'anno siderale, come il giorno siderale e il mese siderale, interessa soprattutto gli astronomi. Venne tuttavia usato anche per misurare il tempo dagli indù. Essi usavano inoltre varie ere, la più nota delle quali è l'*era buddista*, che comincia nel 543 a.C., la tradizionale data di morte di Budda.

L'effetto della precessione degli equinozi si mostra proprio sulle stelle. Abbiamo visto come devono passare 25 800 anni perché la posizione dell'equinozio di primavera faccia il giro completo del cielo, come ogni costellazione dello zodiaco prende $1/12$ del suo percorso, e come all'equinozio occorrono 2.150 anni per spostarsi dal centro di una costellazione al centro della seguente. È appunto circa questo il tempo trascorso da quando gli astronomi greci studiavano la sfera celeste e le differenze da allora sono piuttosto evidenti: a quei tempi, lo abbiamo già visto, l'equinozio di primavera posava nell'Ariete, mentre adesso è nei Pesci. Così, quando il Sole si trova sopra il tropico del Cancro, in realtà non è più nella costellazione del Cancro ma in quella dei Gemelli. E quando si trova sul tropico del Capricorno, non è più nella costellazione del Capricorno ma in quella del Sagittario. E l'equinozio di autunno non è più nella Bilancia bensì nella Vergine.

Inoltre, per le oscillazioni dell'asse terrestre, anche la direzione del polo Nord e del polo Sud rispetto alle stelle cambia. In questo momento il polo Nord punta in direzione della Stella Polare, anche se non proprio esattamente. Infatti negli ultimi duemila anni esso si è avvicinato sempre più alla Stella Polare e raggiungerà il punto di massima vicinanza nel 2095, poi comincerà ad allontanarsi di nuovo da essa. Cosicché entro qualche migliaio di anni non si vedrà più alcuna stella di particolare lucentezza nelle vicinanze del polo Nord ce-

leste. Fra tredicimila anni a partire da esso, Vega, la terza stella in ordine di lucentezza del cielo, sarà la nuova Stella Polare.

Passati 25 800 anni, gli equinozi ed i solstizi avranno completato il loro ciclo e saranno di nuovo al punto di partenza, cioè nelle costellazioni dalle quali sono partiti. Anche i poli celesti avranno compiuto il loro ciclo e saranno ancora al punto di partenza. Questo periodo di tempo viene talora indicato col nome di *grande anno*.

Ancora qualche parola sul giorno

Non occorre dire quanto i vari mesi, anni e cicli che abbiamo menzionato hanno reso difficile la vita degli astronomi. Forse il momento di maggiore difficoltà e sconforto si verificò quando il calendario gregoriano muoveva i primi passi e quello giuliano non intendeva essere messo da parte. Uno studioso italiano, Giuseppe Giusto Scaligero, si spazientì e disse che in fondo tutto dipendeva dal giorno.

Il mese infatti è solo l'espressione del numero di giorni che occorrono alla Luna per compiere le sue fasi. L'anno è solo l'espressione del numero di giorni che occorrono al Sole per compiere il suo ciclo nella sfera celeste. Si è molto discusso per i mesi e per gli anni, ma nessuno lo ha mai fatto per il giorno. Così Scaligero propose agli astronomi di numerare i giorni e di risolvere in questo modo ogni problema. La cosa sarebbe risultata poco pratica per la gente comune, ma il vantaggio che ne sarebbe derivato agli astronomi avrebbe valso il disagio altrui: gli altri continuassero pure a discutere per i mesi e per gli anni fino ad avere la gola secca, gli astronomi sarebbero rimasti in santa pace a seguire i moti dei corpi celesti indicandoli giorno per

giorno, senza preoccupazione alcuna di mese, anno, o secolo.

L'unica difficoltà era trovare il giorno adatto a diventare il giorno 1. Naturalmente un tale giorno avrebbe dovuto essere abbastanza distante nel passato da impedire che gli astronomi incappassero in numeri negativi lavorando indietro alla ricerca delle eclissi, ma non tanto lontano da rendere quasi innumerabile la sequenza dei giorni attuali.

Scaligero impostò la sua riforma sul cosiddetto *ciclo giuliano*, che constava di 7980 anni giuliani. In questo ciclo compare anche un certo numero di mesi lunari, di saros, di indizioni e così via. In altre parole, una notevole varietà di misure di tempo, che iniziano tutte simultaneamente ogni 7980 anni.

Contando all'indietro, risultò che l'ultimo inizio simultaneo di tutti questi raggruppamenti di tempo era da far risalire al 1° gennaio 4713 a.C. e che si sarebbero ritrovati tutti al punto di partenza il 1° gennaio del 3267 del calendario giuliano, vale a dire circa il 1° marzo 3267 del calendario gregoriano.

Scaligero suggerì che il 1° gennaio del 4713 a.C. venisse chiamato *giorno 1*. Il suggerimento fu accettato: questo è il sistema che viene usato adesso per la maggior parte dei calcoli astronomici. Ogni giorno ha il suo numero progressivo a partire da quel lontanissimo giorno 1: questo giorno si chiama *giorno giuliano*. Scaligero lo chiamò così in onore di suo padre Giulio Scaligero e non ha quindi niente a che fare con Giulio Cesare. Talvolta, per evitare ogni benché minima possibilità di equivoco, si usa indicare il giorno giuliano anche con il nome di *giorno astronomico*.

Ogni giorno astronomico inizia a mezzogiorno (come si usa nel tempo astronomico). Inoltre non è diviso in ore, minuti e secondi, ma molto più semplicemente, in

base al sistema decimale, in decine, centinaia, migliaia e così via. Le 3 pomeridiane del 15 gennaio 1960 saranno il giorno giuliano 2 436 949 125.

Ed eccoci tornati al giorno. Abbandonando qualsiasi frangia, gli astronomi hanno preferito tornare all'origine prima di ogni possibile nozione temporale, alla costante rotazione su se stesso del nostro pianeta, la Terra, l'orologio su cui viviamo.

Indice analitico

- a.D. 140
- agosto 74
- a.H. 142-143
- alba eliaci 147
- a.m. 33
- anno 75, 81-82, 105, 115, 116, 132-144
 - babilonese 81
 - bisestile 115, 119, 120, 124, 125
 - egiziano 81, 118, 120
 - giuliano 119, 120, 122
 - grande 152
 - gregoriano 124
 - lunare 108-110
 - siderale 80, 150
 - solare 111
 - stagionale 109, 150, 151
 - tropicale (v. anno stagionale)
- aprile 73
- aprile, 1° di 126
- asse terrestre 88-95
- astrologia 84
- astronomia 84
- Atlantico, ora dell' 47
- a.u.c. 137, 138
- autunno 72
- Azio, era di 136, 144

- Bacon, Roger 123
- b.c.e. 141

- calendario 66
 - assiro 109
 - cinese 127
 - ebraico 110-111
 - egiziano 111-112, 118
 - fisso internazionale 131
 - francese rivoluzionario 128-130
 - giuliano 117-122, 125-128
 - gregoriano 122-125
 - inglese O.S. 126-127
 - lunare 108, 109-110, 127
 - luni-solare 111
 - mondiale 131
 - musulmano 109-110
 - riforma del 115-116, 117-122, 124-125, 125-128
 - romano 114
 - solare 111-112, 114
- calende 66
- candela 21
- Carlo II 43
- Carlomagno 140
- Ceneri, mercoledì delle 114
- Cesare Augusto 74, 121
- ciclo giuliano 153
 - metonico 148
 - sotico 147
- Cinosura 97
- circolo polare antartico 102
- circolo polare artico 102
- Clavius, Christopher 132
- clessidra 21-24
- Cristo, nascita di 140
- cronometro di bordo 43-44

Costantino 68, 108
costellazione 83, 98

decade 145
dí 14, 28
Dicearco 87
dicembre 74
Dionisio Esiguo 141
domenica 69
Dowd, Charles Ferdinand 45
duodicembre 118

e.c. 141
eclittica 82, 97, 99
Egira 142
equatore 85, 92, 93, 98, 99
equazione del tempo 37
equinoziale 99
equinozi 92-93, 99

precessione degli
149-152

era armena 141, 144
augustea 144
bizantina 139
buddista 151
cinese 137
comune 141
cristiana 139, 140
cronologica 133
dei cesari 136
dei Maccabei 135
dei martiri 137
delle olimpiadi 134
di Abramo 138
di Alessandria 139

di Antiochia 139
di Azio 136
di Costantinopoli (v. era
bizantina)
di Nabonasser 135
diocleziana 137
di Varrone 137
dionisiaca 140
ebraica 138
fascista 143
giapponese 137
giuliana 136
greca 135
indú 138
macedone (v. era greca)
maya 137
mondana 138
musulmana 142
persiana 143
repubblicana 143
romana 137
seleucida (v. era greca)
sirio-macedone (v. era
greca)
spagnola 136
volgare (v. era comune)

Eratostene 99
Erodoto 86
estate 72
Eudosso di Cnido 119
Eusebio di Cesarea 138

Fabre d'Eglantine 129
fasi lunari 56-59
febbraio 74

festa del Ringraziamento 72-73

Fleming, Sandford 44
fuso 45, 46-48

Galilei, Galileo 25

generazione 146

gennaio 74

giorno 27, 28

 astronomico 153

 bisestile 115, 119, 131

 civile 36

 dell'anno 115, 131

 durata del 12, 88-95

 giuliano 153

 inizio del 31-33

 intercalare 110

 ore del 16

 parti del 14

 siderale 36, 76

 solare medio 36

 solare vero 36, 76

giovedì 69

giugno 73

Giulio Cesare 74, 117-120, 121

gnomone 16

grande anno 152

Greenwich, meridiano di 39
 ora di 42

 osservatorio di 43

Gregorio XIII (papa) 124

Hadley, John 35

Harrison, John 43

Harun al-Rascid 24

Herstmonceux 39

Huygens, Christiaan 25-26, 43

idi 66, 119-120

Ikhnaton 106

indizione 145

inverno 72

Ipparco 122

Keplero, Giovanni 84

lampada a olio 21

latitudine 88

linea internazionale del cambiamento di data 51-53

longitudine 39-40

luglio 74

Luna 59

 eclissi di 61-64, 82, 147-149

 fasi della 56-59

 movimenti della 60-61

lunazione, periodo di (v. mese lunare)

lunedì 69

lustro 145

maggio 73-74

Marco Terenzio Varrone 137

martedì 69

marzo 73

maser 54

Mercedonius 117

mercoledì 69
meridiana 15-16, 18-20
meridiani 37-40
mese 59, 66, 112-115
 di calendario 112
 intercalare 110
 lunare 65
 siderale 61, 64, 77
 sinodico 65, 67, 77
 giorni del 120-122
Mersenne, Marin 25
Metone 148
mezzogiorno 18, 32, 37
microsecondo 30
millennio 146
millisecondo 30
minuto 29, 34
Müller, Johannes 24

Nabonasser 135
Natale 108
 notte di 32
navi, turni di guardia sulle
 20,26
nodo 82
none 66
notte 14, 92-95
novembre 73
Numa Pompilio 74
N.S. 127

ora 14, 17-20, 27-30, 32-33
 atomica 55
 canonica 18
 centrale 45

dell'Atlantico 47
delle montagne 45
dell'Europa centrale 47
del Pacifico 45
di fuso 44-46
internazionale (v. ora di
fuso)
legale 48-51
locale 41-44
orientale 45
siderale 76
solare media 37
solare vera 37
temporale 27
universale 48

orbita 91
orologio 21-24, 53, 54
oroscopo 84
Orsa Minore (Piccolo Carro)
 97
O.S. 127
ottobre 73

paralleli 88
Pasqua 73, 113, 114
pendolo 25
p.m. 33
poli 80, 86, 97-99
polo Nord celeste 97-100
polo Sud celeste 97-100
pomeriggio 18, 33
primavera 72

Quaresima 114

- radio 44
- Regiomontanus 24
- rigonfiamento equatoriale 150
- rivoluzione lunare 76-77
 - terrestre 75
- Rosh Hashonah 31, 113
- rotazione terrestre 11-13, 53-55, 60, 85
- sabatariani 68
- sabato 67
- Sabbat 67-68
- saros 148
 - triplo 149
 - 55, 60, 85
- Scaligero, Giuseppe Giusto 152
- secolo 146
- secondo 29, 34, 55
- Seleucus Nicator 135
- sestante 35
- settembre 74
- settimana 67-68, 115-116
 - giorni della 67-70
 - intercalare 116
- sfera celeste 80
- Sirio 147
- sistema metrico-decimale 128-130
 - sessagesimale 30, 34
- solstizi 95
- Sosigene 119
- stagioni 71-73, 95-96
- Stella Polare 97, 151-152
- stelle 60-61, 97-102, 150-152
 - circumpolari 98
- Sole 59, 64-65, 76-79, 82-84, 85-86, 88-91, 91-95, 99-104
 - eclissi di 61
 - medio 36, 79
- Stonehenge 107
- tempo astronomico 33
- tropico 100-101
- undicembre 118
- Ussher 139
- Vega 152
- venerdi 69
- Washington, conferenza di 38
- Willet, William 49
- Yom Kippur 31
- zenit 33, 34
- zona antartica 102
 - artica 102
- zone climatiche terrestri 101-104
- zodiaco 82-84

QUESTO VOLUME È STATO IMPRESSO
NEL MESE DI SETTEMBRE DELL'ANNO MCMLXXIII
NELLE OFFICINE GRAFICHE DI VERONA
DELL'EDITORE ARNOLDO MONDADORI

COLLANA APERTA

Asimov, Isaac

I MATTONI DELL'UNIVERSO

La storia degli elementi che compongono la materia e le loro più importanti utilizzazioni.

Traduzione di Giorgio Colasanti e Amalia Mascioli

Pagine 250 Lire 1.500

Plowman, Stephanie

GLI DEI ABBANDONANO ATENE

Romanzo storico ambientato nell'età di Pericle.

L'appassionata testimonianza di Licio, partecipe della grandezza e del declino della sua città.

Traduzione di Carla Poesio

Pagine 288 Lire 1.600

Born, Franz

GIULIO VERNE: L'UOMO CHE INVENTÒ IL FUTURO

Il romanzo di una vita all'insegna di una fantasia scintillante e profetica.

Traduzione di Isa Costanzi

Pagine 144 Lire 1.500

Hirsch, S. Carl

LA COMUNITÀ VIVENTE: INTRODUZIONE ALL'ECOLOGIA

L'uomo al centro di un drammatico conflitto tra progresso tecnologico e conservazione dell'ambiente naturale.

Traduzione di Laura Draghi e Jacqueline Darby

Illustrazioni di Alessandro Fedini

Pagine 156 Lire 1.500

Argilli, Marcello

CIAO, ANDREA

Un personaggio poetico attuale per avviare un discorso spregiudicato sui rapporti tra padri e figli.

Pagine 108 Lire 1.500

Wojciechowska, Maia

VIAGGIO CON KEVIN

Il diario di un giovane americano
che vuole capire il perché della droga:
una testimonianza avvincente e attuale.

Traduzione di Bruno Oddera

Pagine 144 Lire 1.500

Hingley, Ronald

LA RIVOLUZIONE RUSSA

Dai primi moti dell'ottocento fino alla morte di Lenin, le premesse
e i protagonisti del più importante evento storico del nostro secolo.

Traduzione e note a cura di Mario Maffi

Pagine 156 Lire 1.500

Sentilhes, Nicole

L'EDUCAZIONE SESSUALE

Tutto quello che dobbiamo sapere perché la nostra sessualità
divenga uno strumento del comunicare.

Traduzione di Maria Sofia Strada Silva

Pagine 156 36 fotografie f.t. Lire 1.500

Ruggieri, Guido

LA SCOPERTA DEL PIANETA MARTE

La storia del pianeta rosso, prossimo obiettivo degli astronauti,
la cui osservazione ha alimentato la fantascienza
non meno che la scienza.

Pagine 216 Lire 1.500

Davis, P.D.C. e Dent, A.A.

GLI ANIMALI CHE HANNO CAMBIATO IL MONDO

La storia dell'addomesticamento degli animali e del loro contributo
alla sopravvivenza e al progresso dell'uomo.

Traduzione di Giuseppe Casnedi

Pagine 168 Lire 1.500

McGlashan, A.M. e Reeve, C.J.

SIGMUND FREUD E LA NASCITA DELLA PSICOANALISI

Un'introduzione a Freud e alla teoria psicoanalitica,
che ha fornito all'uomo contemporaneo
una nuova chiave di conoscenza e di interpretazione

A cura di Sergio Chiappori

Pagine 168 Lire 1.500

Swarthout, Glendon

DOVE PASCOLA IL BISONTE...

L'avventura un po' folle un po' disperata di un gruppo di ragazzi
per uscire dal guscio.

Traduzione di Bruno Oddera

Pagine 168 Lire 1.500

Kettle, Arnold

KARL MARX

E LA NASCITA DEL COMUNISMO MODERNO

La vita di Marx e la sua influenza nell'economia,
nella storia, nella filosofia e nella politica.

A cura di Mario Spinella

Pagine 144 Lire 1.500

Brera, Gianni

IL MESTIERE DEL CALCIATORE

L'avventurosa storia del calcio, nella sua evoluzione tecnico-tattica,
raccontata dal nostro più brillante giornalista sportivo.

Pagine 216 25 fotografie f.t. Lire 1.800

Procktor, Richard

LA GERMANIA NAZISTA

Dalla conquista del potere da parte di Hitler
fino al crollo del Terzo Reich nel bunker di Berlino:
uno dei periodi più tragici dell'Europa contemporanea.

Traduzione di Renato Liguori

Pagine 144 29 fotografie f.t. Lire 1.500

Mitchison, Lois

LA RIVOLUZIONE CINESE

Gli eventi cruciali della storia cinese contemporanea
in una prospettiva che tiene conto delle tradizioni
nel modo di vivere e di pensare del popolo cinese.

A cura di Mario Spinella

Pagine 144 31 fotografie f.t. Lire 1.500

Asimov, Isaac

LA PORTA SUL FUTURO

Le grandi conquiste della scienza e della tecnica del ventesimo secolo
che hanno cambiato il mondo.

Traduzione di Giuseppe De Florentiis

A cura di Giorgio P. Panini

Pagine 228 Lire 1.800

Bocca, Giorgio

L'ITALIA FASCISTA

Vent'anni della nostra storia:

gli eventi cruciali, i protagonisti, il contesto sociale e ideologico.

Pagine 144 Lire 1.600

Koning, Hans

CHE GUEVARA IL FUTURO DELLA RIVOLUZIONE

Vittorie e sconfitte di un uomo

che è diventato il simbolo della lotta contro l'ingiustizia.

Pagine 144 Lire 1.500

Pistoso, Giuliana

ROBESPIERRE LA COSCIENZA DELLA RIVOLUZIONE

L'analisi di una storica svolta

attraverso la vita e le idee del suo più grande protagonista.

Pagine 240 Lire 1.800

Scaioni, Ugo

PIANETA PROIBITO

Le contraddizioni dello sviluppo e del benessere

che rischiano di rendere la Terra inabitabile.

Pagine 216 Lire 1.700

I GRANDI LIBRI D'ORO

Disney, Walt

VITA SEGRETA DEGLI ANIMALI

Un invito a osservare la natura con occhio attento alle sue leggi oltre che alle sue meraviglie.

Pagine 180 Lire 3.800

LE GRANDI VIE MARITTIME

Seguendo il volo degli uccelli e i percorsi dei pesci, gli uomini aprirono nuove vie agli scambi culturali e commerciali.

Pagine 288 Lire 3.800

Jeannin, Albert

L'IMPERO DEGLI INSETTI

Una guida per conoscere le abitudini e i segreti dei piú numerosi abitanti della Terra.

Pagine 144 Lire 3.500

Parker, B. Morris

MERAVIGLIE DELLA NATURA

Il mondo naturale e la scoperta affascinante delle sue leggi sorprendenti.

Pagine 214 Lire 3.800

Ruggieri, Guido

LE MERAVIGLIE DEL CIELO

I segreti dell'astronomia, la scienza che allarga sempre piú i confini dell'universo.

Pagine 160 Lire 3.800
Confezione speciale con telescopio Lire 10.000

Ruggieri, Guido

LA TERRA PRIMA DI ADAMO

La storia della Terra prima della comparsa dell'uomo, le grandi trasformazioni di continenti e mari, l'evoluzione del regno animale e vegetale.

Pagine 180 Lire 3.500

Sprague de Camp, L.
L'UOMO E L'ENERGIA
Le forze a disposizione dell'attività umana
e il loro modo di ricerca e di impiego.

Pagine 188 Lire 3.500

Wilson, De Witt
IL CORPO UMANO
Una guida alla conoscenza del nostro corpo
e delle sue più importanti funzioni.

Pagine 144 Lire 3.000

Wyckoff, Jerome
I SEGRETI DELLA TERRA
La storia della formazione della Terra
e della configurazione del suo stato naturale.

Pagine 176 Lire 3.800

Adler, Irving
LE MERAVIGLIE DELLA FISICA
Una storia delle più importanti scoperte e applicazioni della fisica
e una rassegna dei più famosi scienziati.

Pagine 180 Lire 3.800

Adler, Irving
IL SEGRETO DEI NUMERI
La matematica come gioco
e come strumento indispensabile alla vita di ogni giorno.

Pagine 140 Lire 3.800

Aliverti, M.G. e Rusmini, S.
INCONTRI CON LE PIANTE
Le meraviglie del regno vegetale e i suoi rapporti con il regno animale.

Pagine 144 Lire 3.800

Aliverti, M.G.; Ciccioli, M. e Laudi, G.
VITA AL MICROSCOPIO
Guida alle ricerche nel mondo segreto della natura.

Pagine 142 Lire 3.800
Confezione speciale con microscopio Lire 10.000

Ames, G. e Wyler, R.

MERAVIGLIE DELLA VITA

Le origini della vita, evoluzione e specializzazione delle forme viventi nei loro rapporti di interdipendenza.

Pagine 148 Lire 3.800

Berman, Lucy

LE INVENZIONI DELLA NATURA

Un campionario istruttivo e sorprendente delle invenzioni nate dall'osservazione del mondo naturale.

Pagine 100 Lire 3.000

Brent, Robert

I SEGRETI DELLA CHIMICA

Una guida alla scoperta dei più importanti elementi che compongono la materia e un manuale per i primi esperimenti.

Pagine 176 Lire 3.800

Bruun, Bertel

VIAGGIO NEL REGNO ANIMALE

I segreti della vita animale ci suggeriscono l'opportunità di un nuovo rapporto tra l'uomo e le altre specie viventi.

Pagine 96 Lire 2.800

Conti, Laura

LE FRONTIERE DELLA VITA

Una rassegna delle più recenti scoperte delle scienze biologiche e dei nuovi problemi che pongono all'uomo oggi.

Pagine 144 Lire 3.500

De Florentiis, Giuseppe

L'UOMO ALLA CONQUISTA DELLO SPAZIO

I precedenti storici e i presupposti scientifici che hanno reso possibile la conquista dello spazio.

Pagine 160 Lire 3.000

La collana per i nuovi adulti che vogliono sapere e capire perché il mondo è quello che è.
Romanzi che rispecchiano la realtà che ci riguarda, divulgazione scientifica, storia, scienze umane, attualità – tutto quanto può servire al nuovo adulto per intervenire da interlocutore-protagonista nei grandi dibattiti che investono il mondo contemporaneo.

L'OROLOGIO SU CUI VIVIAMO

I libri di storia ci dicono che Giorgio Washington è nato in Virginia il 22 febbraio 1732; in realtà il suo certificato di nascita porta la data dell'11 febbraio. Ma non si tratta di un enigma: in quel periodo la Virginia era sotto il dominio inglese e l'Inghilterra, insieme con le sue colonie, ha adottato il calendario gregoriano, in uso nei paesi cattolici dal 1582, soltanto nel 1752. La differenza tra i due calendari era di 11 giorni e per quasi due secoli lo stesso giorno è stato indicato con date sensibilmente diverse a seconda che ci si trovasse in un paese cattolico o in uno protestante.

Non sempre però è solo questione di giorni: per i paesi musulmani, il cui calendario è basato sulla Luna invece che sul Sole, ogni anno è ben 11 giorni più corto di quello degli altri paesi col risultato che, a partire dal 622 d.C. (punto di partenza del calendario musulmano) essi hanno registrato ben 42 anni in più di quanto non abbiano fatto per esempio i paesi cattolici.

Isaac Asimov spiega in questo libro i vari sistemi che l'uomo ha utilizzato nelle diverse epoche per scandire il tempo e il significato che ha di volta in volta attribuito a unità di tempo come l'ora, il mese, l'anno, che per noi, oggi, hanno un significato ovvio e inequivocabile.

Isaac Asimov

L'OROLOGIO SU CUI VIVIAMO

